Date:

الفصل الأول

الحركة الموجية

مبدأياً كده طالما معاك ورق الفيزياء ببساطة للمدعو أحمد جمال فانت في الأمان يا مان علشان فيه هنتلاقي بنتدردش معاك شوية وباللغة العامية اللي بتحبها يا سيدي .... يلا نبدأ ! -

أنواع الحركة

- انتقالية
- دورية
  - موجية
  - اهتزازية

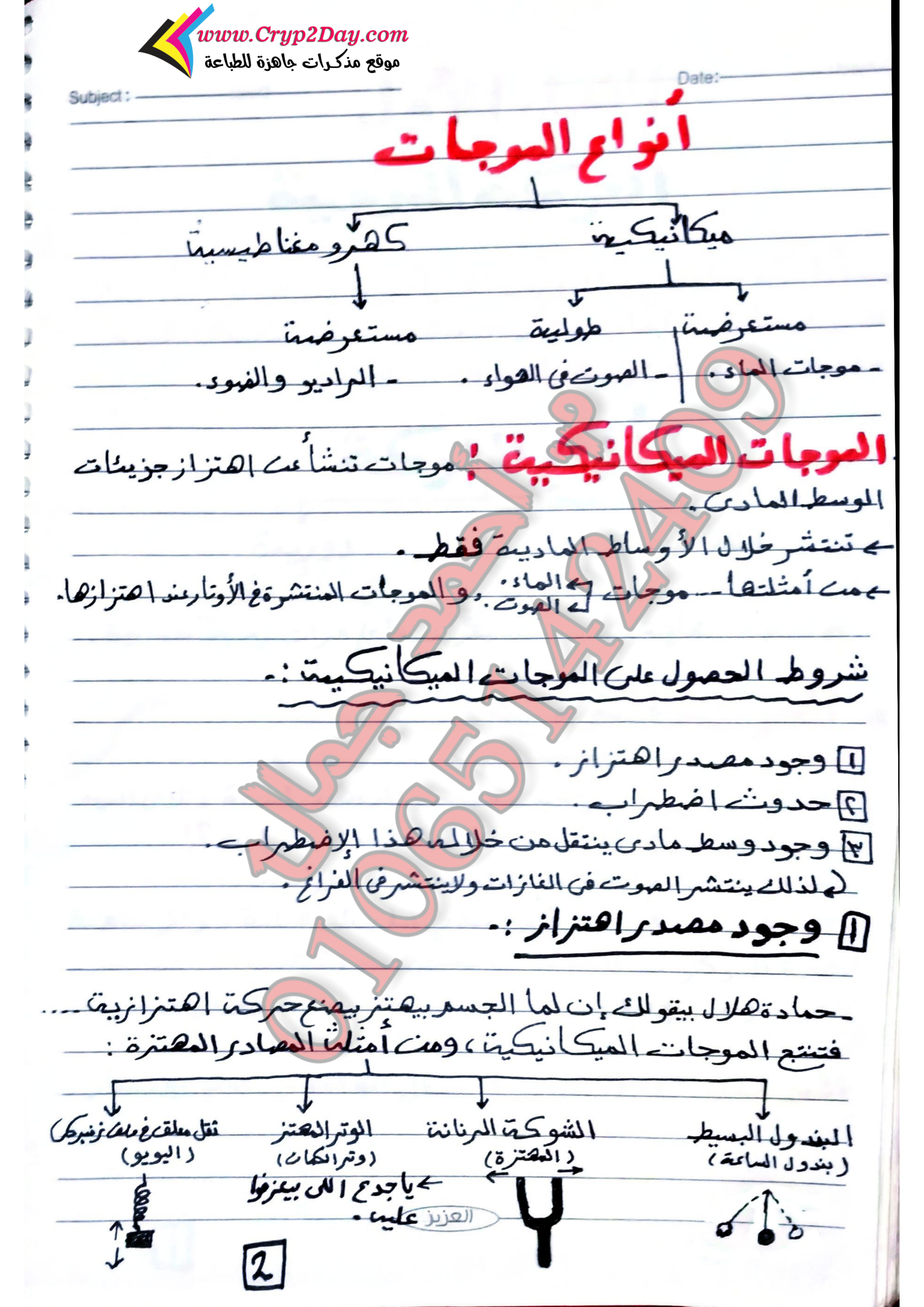
- لها بداية ونهاية.
- بتكرر نفسها على فترات زمنية متساوية.

* الحركة الموجية

زمان وانت صغير كنت بتجيب طوبة وتقذفها في الترعة وتلاقي الميه بتعمل دواير مركزها الطوبة دي... تفتكر دا معناه إيه ؟!

- معناه إن تصادم الحجر مع الماء مصدر للإضطراب.
- الإضطراب دا بينتشر فوق سطح الماء على هيئة دوائر منتظمة متحدة المركز.... والكلام دا بيحصل معاه انتقال للطاقة من عند الطوبة (مصدر الإضطراب) وفي نفس اتجاه انتشار الإضطراب.

الموجة : اضطراب ينتقل وينقل الطاقة في اتجاه الانتشار.



Subject: Date:

أنواع الموجات

- ميكانيكية
  - مستعرضة: موجات الماء.
  - طولية: الصوت في الهواء.
- كهرومغناطيسية
  - مستعرضة: الراديو والضوء.

الموجات الميكانيكية: موجات تنشأ عن اهتزاز جزيئات الوسط المادي.

← تنتشر خلال الأوساط المادية **فقط**.

← من أمثلتها ـ موجات ← الماء، ← الصوت. والموجات المنتشرة في الأوتار عند اهتزازها.

شروط الحصول على الموجات الميكانيكية:-

1. وجود مصدر اهتزاز.
2. حدوث اضطراب.
3. وجود وسط مادي ينتقل من خلاله هذا الإضطراب.

← لذلك ينتشر الصوت في الغازات ولا ينتشر في الفراغ.

1 وجود مصدر اهتزاز :-

ـ حمادة هلال بيقولك إن لما الجسم بيهتز بيصنع حركة اهتزازية... فتنتج الموجات الميكانيكية، ومن أمثلة المصادر المهتزة :

- البندول البسيط (بندول الساعة)
- الشوكة الرنانة (المهتزة)
- الوتر المهتز (وتر الكمان) ← ياجدع اللي بيعزفوا عليه.
- ثقل معلق في ملف زنبركي (اليويو)

Subject :
Date:

٢) حدوث اضطراب ينتقل من المصدر إلى الوسط :

البندول الغلبان كان ساكن عند النقطة م ، وقام واحد رخم وهزه ... فاتحرك على جانب موضع سكونه فيما يعرف بالحركة الإهتزازية.

م

الحركة الإهتزازية : حركة يصنعها الجسم على جانب موضع سكونه وتتكرر على فترات زمانية متساوية.

مفاهيم مرتبطة بالحركة الإهتزازية

سعة الإهتزازة - الإهتزازة الكاملة - التردد - الزمن الدوري

م سعة الإهتزازة :

الآن عمنا البندول بيبعد عن موضع سكونه م ومتجهاً إلى النقطة ب وهو في طريقه الآن يصنع إزاحة ولما يوصل للنقطة ب هيكون صنع أقصى إزاحة له ... مع العلم إن لما يوصل ب هتكون سرعته انعدمت وهيغير اتجاهه وهتكون أقصى سرعة له عند م وهو راجع.

ج م ب

سعة الإهتزازة : أقصى إزاحة للجسم المهتز بعيداً عن موضع سكونه الأصلي.

أو المسافة بين نقطتين متتاليتين في مسار حركة الجسم تكون سرعته عند إحداهما أقصاها وعند الأخرى منعدمة.

- **الإزاحة :** بُعد الجسم في أي لحظة عن موضع سكونه أو اتزانه الأصلي.

Subject: Date:

ب الاهتزازة الكاملة :

لو رجعت للصفحة اللي فاتت هتلاقي إن مسار البندول كالآتي
من P ← ب ← P ← حـ ← P

لو ركزت هتلاقي البندول بيمر ب P مرتين متتاليتين في نفس الإتجاه وبالتالي يكون قد صنع اهتزازة كاملة .

الإهتزازة الكاملة : الحركة التي يحدثها الجسم المهتز في الفترة الزمنية التي تمضي بين مروره بنقطة واحدة مرتين متتاليتين في مسار حركته وفي اتجاه واحد.

← وأنا بشوط الكورة وأثناء صعودها للسما.. بقول لصاحبي ماهو طور هذه الكرة؟! ... قالي مش عارف ... قولتله لما أسألك عن طور الكرة يبقى تكلمني عن موضعها واتجاه حركتها في اللحظة دي .

- **الطور:** موضع واتجاه حركة جزئ من جزيئات الوسط عند لحظة معينة.

ج التردد : عدد الإهتزازات الكاملة التي يحدثها الجسم المهتز في الثانية الواحدة .

أو عدد الموجات التي تمر بنقطة معينة في زمن 1 ثانية .

أو عدد الأطوال الموجية التي تقطعها الموجة في زمن 1 ثانية .

← يرمز للتردد بالرمز ν "نيو" حيث

$$\nu = \frac{n}{t}$$

(n ← عدد الإهتزازات الكاملة، t ← الزمن بالثانية)

- وحدة قياس التردد هي الهيرتز (HZ)

$$HZ = \frac{\text{ذبذبة}}{\text{الثانية}} = \frac{\text{دورة}}{\text{ثانية}}$$

ملحوظة ← لما جيت أعرف التردد ν روحت للطرف اليمين من العلاقة $\nu = \frac{n}{t}$ وخليت المقام ب 1 وبدأت التعريف من البسط وهعمل كدا في كل التعريفات اللي جاية من القوانين .

Subject: Date:

٤ **الزمن الدورى**: الزمن الذى يستغرقه الجسم المهتز لعمل اهتزازة كاملة.

أو الزمن الذى تستغرقه الموجة لتقطع مسافة تعادل طول موجى واحد.

أو الزمن الذى يستغرقه الجسم ليمر بنقطة واحدة مرتين متتاليتين فى مسار حركته وفى اتجاه واحد.

← يرمز للزمن الدورى بالرمز T حيث

$$T = \frac{t}{n}$$

(t: الزمن بالثانية، n: عدد الاهتزازات الكاملة)

← وحدة قياس الزمن الدورى هى الثانية (s)

$T = 4 \times$ زمن سعة الاهتزازة

* **العلاقة بين التردد "ν" والزمن الدورى "T"** -١

$$\nu = \frac{n}{t} \quad , \quad T = \frac{t}{n}$$

← واضح من القوانين إن التردد يساوى مقلوب الزمن الدورى.

أى أن $\nu = \frac{1}{T}$ ومنها $\nu T = 1$

التمثيل البيانى:

(رسم: ν مع T) أو (رسم: ν مع $\frac{1}{T}$)

← الميل $= \frac{\nu}{1/T}$ وبالتالى ← الميل $= \nu T = 1$

العزيز

Subject : Date:

مسألة ← إذا كان الزمن الذى يستغرقه البندول ليتحرك من النقطة أ إلى جـ هو 1 s ، احسب :

أ) الزمن الدورى . ب) التردد .

جـ) عدد الاهتزازات الكاملة خلال 10 s .

د) الزمن اللازم لعمل 50 اهتزازة كاملة .

الحل

أ) $T = \frac{t}{n} = \frac{1}{\frac{1}{2}} = 2\ s$

← طب ليه $n = \frac{1}{2}$ ؟ ← لما البندول يتحرك من ب إلى جـ ← $n = \frac{1}{4}$

أما من ب إلى جـ إلى ب إلى أ ← $\therefore n = \frac{1}{2}$ ، أما من ب $\xrightarrow{\frac{1}{4}}$ جـ $\xrightarrow{\frac{1}{4}}$ ب $\xrightarrow{\frac{1}{4}}$ أ

$n = \frac{3}{4}$ ، أما من ب $\xrightarrow{\frac{1}{4}}$ جـ $\xrightarrow{\frac{1}{4}}$ ب $\xrightarrow{\frac{1}{4}}$ أ $\xrightarrow{\frac{1}{4}}$ ب

$\therefore n = 1$

ب) $\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2}\ Hz$

جـ) عندنا حالة جديدة وفيها $t = 10\ s$ ← اهتزازة $\therefore n = \frac{t}{T} = \frac{10}{2} = 5$

د) حالة جديدة وهيزيد فيها عدد الاهتزازات n مع زيادة الزمن t

$\therefore t = nT = 50 \times 2 = 100\ s$

ملحوظة ← تسمى الحركة الاهتزازية البسيطة (مثل حركة البندول البسيط والملف الزنبركى) بالحركة التوافقية البسيطة واللى بنمثلها بمنحنى جيبى كالتالى :



Subject: Date:

٢ وجود وسط مادى ينتقل خلاله هذا الاضطراب :-

- تحتاج الموجات الميكانيكية مثل (الصوت) لوسط مادى تنتقل من خلاله. **علل؟** ← لأن جزيئات الوسط المادى تهتز لنقل طاقة الموجة الميكانيكية ، **لذلك :**
- لايمكن سماع أصوات الإنفجارات الكونية التى تحدث فى الفضاء. **علل؟**
- يستخدم رواد الفضاء أجهزة لاسلكية للتواصل فيما بينهم فى الفضاء. **علل؟**

ملحوظة ← إجابة علل بتاع أ و ب هى الكلام اللى فوقهم.

أنواع الموجات الميكانيكية

- مستعرضة
- طولية

١ الموجات المستعرضة :

← لو جيبت حبل و مسكته من طرف ونفضته هيهتز لأعلى وأسفل صانعاً موجة مكونة من قمم و قيعان زى الشكل اللى قدامك ده :

الإزاحة الرأسية y — اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط — قمة — قمة — الطول الموجى — قاع — قاع — الطول الموجى — المسافة الأفقية x — اتجاه الإنتشار

Subject : Date:

القمة : الموضع الذى يمثل النهاية العظمى لإزاحة جزيئات الوسط فى الإتجاه **الموجب** .

القاع : الموضع الذى يمثل النهاية العظمى لإزاحة جزيئات الوسط فى الإتجاه **السالب** .

الموجة المستعرضة : موجة يكون فيها اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط عمودى على اتجاه انتشار الموجة وتتكون من قمم وقيعان .

الطول الموجى للموجة المستعرضة : المسافة بين أى قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين .

ملحوظة ← لو جيبت حبل وربطته من طرف ومسكته من الطرف الآخر ونفضته هلاقى الطرف اللى فى إيدى بيتحرك لأعلى و أسفل على هيئة قمة وقاع صانعاً **موجة مرتحلة** واللى بترتحل من عند إيدى إلى الطرف الثابت من الحبل ثم وهكذا

← الشغل اللى يبذله المصدر المهتز سواء كان إيدى أو مولد الذبذبات على الحبل أو الوتر ... ينتقل على هيئة :

- طاقة وضع ← تتمثل فى شد الوتر .
- ،، حركة ← ،، ،، ،، اهتزاز ،، .

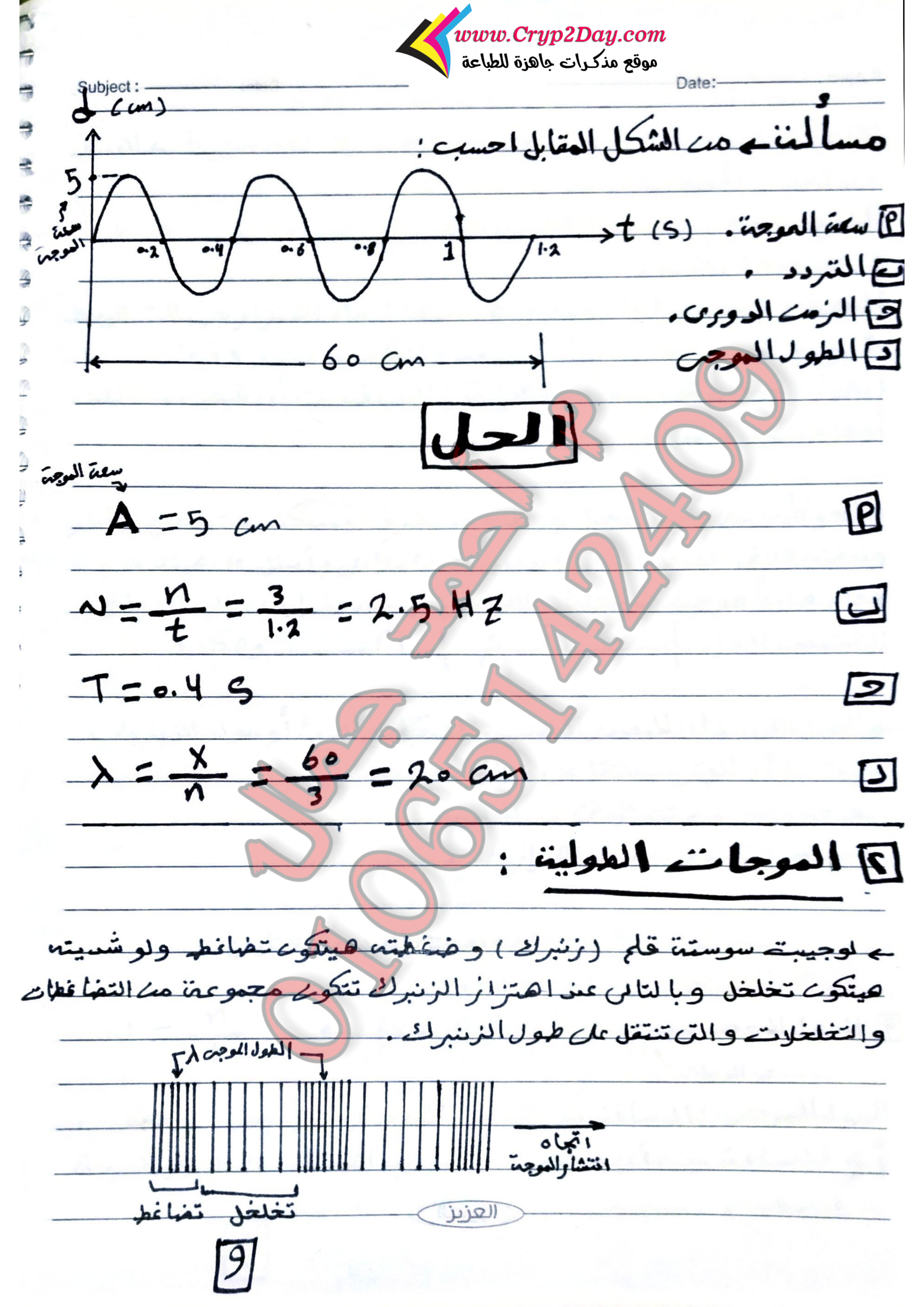
← لو رجعت للصفحة اللى فاتت وبصيت للرسمة هتلاقى :

[م] الطول الموجى ← $\lambda = \frac{X}{n}$ (المسافة الكلية / عدد الموجات ، الطول الموجى) ، [ت] التردد ← $\nu = \frac{n}{t}$

الطول الموجى : المسافة التى تقطعها الموجة خلال زمن دورى واحد .

أو المسافة بين أى نقطتين متتاليتين لهما نفس الطور فى الحركة الموجية .

Subject : Date:



مسألة: من الشكل المقابل احسب:

أ) سعة الموجة.
ب) التردد.
ج) الزمن الدوري.
د) الطول الموجي

الحل

أ) سعة الموجة

$A = 5\ cm$

ب) $\nu = \frac{n}{t} = \frac{3}{1.2} = 2.5\ Hz$

ج) $T = 0.4\ s$

د) $\lambda = \frac{X}{n} = \frac{60}{3} = 20\ cm$

٢) الموجات الطولية:

← لو جبت سوستة قلم (زنبرك) وضغطته هيتكون تضاغط ولو شديته هيتكون تخلخل وبالتالي عند اهتزاز الزنبرك تتكون مجموعة من التضاغطات والتخلخلات والتي تنتقل على طول الزنبرك.

Subject : Date:

التضاغط : منطقة تتقارب فيها جزيئات الوسط المهتزة من بعضها.
التخلخل : " تتباعد " " " " " " عن " .

ملحوظة ← مجموعة التضاغطات والتخلخلات بتمثل موجة تنتشر في نفس اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط (الزنبرك) تسمى **الموجة الطولية**.

الموجة الطولية : موجة يكون فيها اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط على نفس خط انتشار الموجة وتتكون من تضاغطات وتخلخلات.

طول الموجة الطولية : المسافة بين مركزي أي تضاغطين متتاليين أو مركزي أي تخلخلين متتاليين.

علل : ينتشر الصوت في الغازات مثل الهواء على شكل موجات طولية فقط.
- لأنه عندما يهتز مصدر الصوت فإن جزيئات الغاز تكون قابلة للإهتزاز والإزاحة على شكل تضاغطات وتخلخلات.

وجه المقارنة	الموجة الطولية	الموجة المستعرضة
شكل الموجة	|||||			||||||				(منحنى جيبي)
اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط	على نفس خط انتشار الموجة.	عمودي على اتجاه انتشار الموجة.
التكوين	تتكون من تضاغطات وتخلخلات.	من قمم وقيعان.
الطول الموجي	المسافة بين مركزي تضاغطين أو تخلخلين متتاليين.	المسافة بين قمتين أو قاعين متتاليين.
أمثلة	- موجات الصوت في الغازات. - الموجات في باطن الماء.	- الموجات المنتشرة في الأوتار - الموجات على سطح الماء.

Subject :
Date:

الموجات الكهرومغناطيسية

- واضح من اسمها إنها بتتكون من مجالين أحدهما كهربي والآخر مغناطيسي والمجالين متعامدين على بعض و متعامدين على اتجاه انتشار الموجة.
- تنتشر خلال الأوساط المادية والفراغ.

الموجات الكهرومغناطيسية : موجات تتكون من مجالات كهربية ومجالات مغناطيسية مهتزة بتردد له ومتفقة في الطور ومتعامدة على بعضها وعلى اتجاه الإنتشار وتنتشر في الأوساط المادية والفراغ.

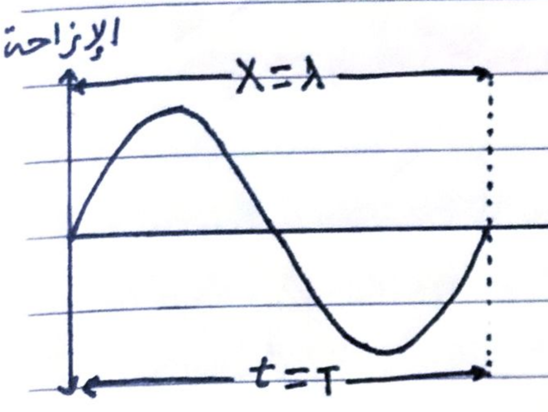
من أمثلة الموجات الكهرومغناطيسية

- الضوء
- الأشعة السينية
- أشعة جاما
- الموجات اللاسلكية (موجات الراديو والتلفزيون والتليفون المحمول)

* أنواع الموجات الكهرومغناطيسية ← موجات مستعرضة **فقط**.

وجه المقارنة	الموجات الميكانيكية	الموجات الكهرومغناطيسية
سبب حدوثها	تنشأ عن اهتزاز جزيئات الوسط.	تنشأ عن اهتزاز مجالين متعامدين.
الإنتشار	تحتاج إلى وسط مادي.	تنتشر في الأوساط المادية والفراغ.
أنواعها	موجات مستعرضة وطولية.	موجات مستعرضة فقط.
أمثلة	- موجات الماء. - " " الصوت. - الموجات المنتشرة في الأوتار.	- موجات الراديو. - " " الضوء. - " " الأشعة السينية.

استنتاج سرعة انتشار الموجات :



$\because V = \frac{x}{t}$

عندما يكون $x = \lambda$ و $t = T$

$\therefore V = \frac{\lambda}{T} = \lambda \times \frac{1}{T}$

$\because \nu = \frac{1}{T} \longrightarrow \therefore \boxed{V = \lambda \nu}$

سرعة انتشار الموجة (V) : المسافة التى تقطعها الموجة فى الثانية الواحدة فى اتجاه انتشارها.

ملحوظة ← تطبق العلاقة $V = \lambda \nu$ على جميع أنواع الموجات الطولية والمستعرضة.

← عندما تنتشر موجتان صوت مثلاً فى نفس الوسط تكون سرعة الموجتين **واحدة** لأن سرعة الموجة تعتمد على **نوع الوسط**.

$V_1 = V_2 \longrightarrow \lambda_1 \nu_1 = \lambda_2 \nu_2 \longrightarrow \boxed{\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\nu_2}{\nu_1}}$

ν

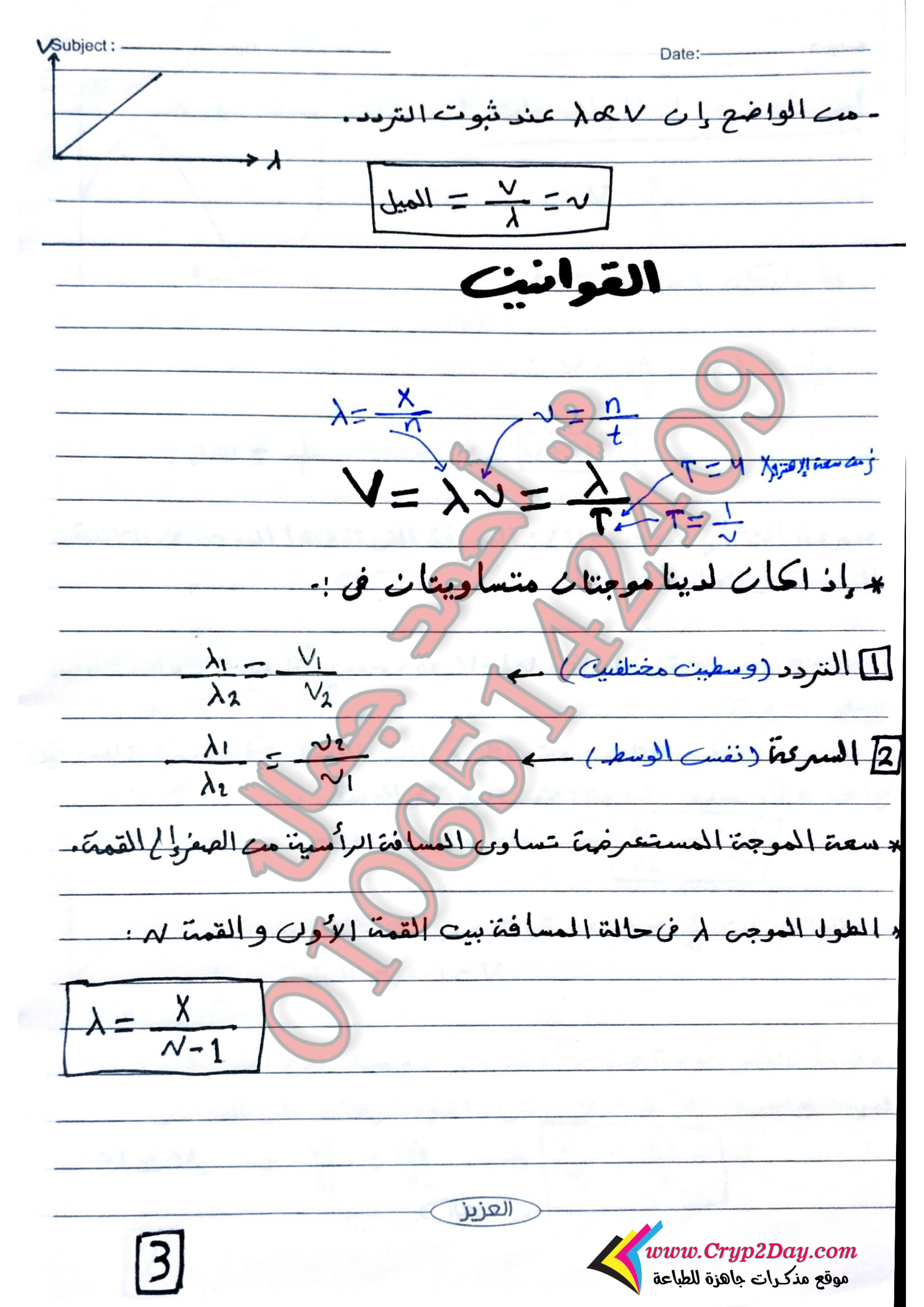
$\frac{1}{\lambda}$

من الواضح أن $\lambda \propto \frac{1}{\nu}$ عند ثبوت سرعة انتشار الموجة.

الميل $= \lambda \nu = V$

← عندما تنتشر موجة صوت أو ضوء من وسط إلى آخر يكون تردد الموجة واحد فى الوسطين لأن تردد الموجة يعتمد على المصدر.

$\nu_1 = \nu_2 \longrightarrow \frac{V_1}{\lambda_1} = \frac{V_2}{\lambda_2} \longrightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}}$



Subject : Date:

- من الواضح أن $\lambda \propto V$ عند ثبوت التردد.

$$\nu = \frac{V}{\lambda} = \text{الميل}$$

القوانين

$$\lambda = \frac{X}{n} \qquad \nu = \frac{n}{t}$$

$$V = \lambda \nu = \frac{\lambda}{T}$$

$T = t$ زمن سعة الإهتزاز

$T = \frac{1}{\nu}$

* إذا كان لدينا موجتان متساويتان في :

1 التردد (وسطين مختلفين) ← $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{V_1}{V_2}$

2 السرعة (نفس الوسط) ← $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\nu_2}{\nu_1}$

* سعة الموجة المستعرضة تساوي المسافة الرأسية من الصفر إلى القمة.

* الطول الموجي λ في حالة المسافة بين القمة الأولى و القمة N :

$$\lambda = \frac{X}{N-1}$$

Subject : Date:

مسائل

1 وتر مهتز تستغرق أقصى إزاحة يصنعها 0.01 s فكم يكون تردده؟

الحل

← الراجل إدانى زمن أقصى إزاحة يعنى زمن سعة الإهتزازة وبالتالى:

$T = 4 \times$ زمن سعة الإهتزازة

$\therefore T = 4 \times 0.01 = 0.04\ S$

والتردد مقلوب الزمن الدورى

$\therefore \nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.04} = 25\ Hz$

---

2 الزمن الذى يمضى بين مرور القمة الأولى والقمة الخامسة بنقطة ثابتة هو 0.8 ثانية، احسب عدد الموجات التى تمر بهذه النقطة خلال $\frac{1}{4}$ ساعة.

الحل

← بين القمة الأولى والخامسة ← موجة $n_1 = 5 - 1 = 4$ والكلام

دا لما كان الزمن 0.8 ثانية وساعتها الزمن T المطلوب هو :

$T = \frac{t_1}{n_1} = \frac{0.8}{4} = 0.2\ S$

(t_1 ← الزمن الكلى ، n_1 ← عدد الموجات)

← الآن تغير عدد الموجات وتغير الزمن t ليصبح t_2 والمطلوب هو :

$n_2 = \frac{t_2}{T} = \frac{\frac{1}{4} \times 60 \times 60}{0.2} = 4500$ موجة

---

3 مصدر مهتز تردده 100 Hz ينشأ عنه موجة فى الوسط المحيط، احسب الزمن الذى يمضى منذ مرور القمة الأولى وحتى القمة العشرون بنقطة فى مسار حركة الموجة.

الحل

$\nu = 100\ Hz$ ، $n = 20 - 1 = 19$ ← $\nu = \frac{n}{t}$

$\therefore 100 = \frac{19}{t} \Rightarrow t = 0.19\ S$

العزيز

Subject : Date:

4 أذن الإنسان يمكنها سماع الترددات المحصورة بين 20Hz و 20000Hz

أحسب ... أقل وأعلى طول موجي للنغمات التي يمكن أن يسمعها الإنسان. (علماً بأن: سرعة الصوت في الهواء 340 m/s)

الحل

← بما أن العلاقة عكسية بين التردد والطول الموجي فإننا نحصل على أقل طول موجي عند أعلى تردد والعكس.

$$\lambda_{(أقل)} = \frac{V}{\nu_{(أعلى)}} = \frac{340}{20000} = 0.017\ m$$

$$\lambda_{(أعلى)} = \frac{V}{\nu_{(أقل)}} = \frac{340}{20} = 17\ m$$

---

5 إذا كان طول الموجة الصوتية التي يصدرها قطار 0.6 m وتردد النغمة الصادرة 550 Hz ، احسب سرعة انتشار الموجات الصوتية في الهواء.

الحل

$\lambda = 0.6\ m$, $\nu = 550\ Hz$

$V = \lambda \nu = 0.6 \times 550 = 330\ m/s$

---

6 إذا كان عدد موجات الماء التي تمر بنقطة معينة في زمن قدره 1 ثانية هو 12 موجة وكان طول الموجة الواحدة 0.1 m ، احسب سرعة انتشار الموجات.

الحل

$\nu = \frac{12}{1} = 12\ Hz$, $\lambda = 0.1\ m$

$V = \lambda \nu = 0.1 \times 12 = 1.2\ m/s$

Subject: Date:

7 أُلقى حجر فى بحيرة فتكونت 50 موجة بعد 5 ثوان من اصطدام الحجر بالماء وكان نصف قطر الدائرة الخارجية 2 m ، **أوجد :**

أ) طول الموجة الحادثة. ب) التردد.

ج) سرعة انتشار الموجة. د) الزمن الدورى.

الحل

أ) $\lambda = \frac{X}{n} = \frac{2}{50} = 0.04 \ m$

ب) $\nu = \frac{n}{t} = \frac{50}{5} = 10 \ Hz$

ج) $V = \lambda \nu = 0.04 \times 10 = 0.4 \ m/s$

د) $T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{10} = 0.1 \ s$

---

8 **الشكل المقابل** يوضح العلاقة بين الإزاحة بالسنتيمتر والزمن بالثوانى لموجة مستعرضة ، **احسب :**

أ) الطول الموجى ،

ب) سرعة انتشار الموجة.

d (cm)
90 cm
0.02 0.04 0.06 0.08 0.1
t (s)

الحل

أ) الراجل مدينى المسافة بتاعة 2.25 موجة هى 90 cm و طبعاً عارفين إن الطول الموجى يساوى المسافة الكلية مقسومة على عدد الموجات

$\therefore \lambda = \frac{0.9}{2.25} = 0.4 \ m$ (بالمتر)

ب) أنا عارف إن الزمن الدورى هو زمن الدورة الواحدة وبالتالى ← $T = 0.04 \ s$

$\therefore \nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.04} = 25 \ Hz$

$\therefore V = \lambda \nu = 0.4 \times 25 = 10 \ m/s$

Subject : Date:

9 تنتشر موجات الضوء فى الفضاء بسرعة تساوى 300 ألف كيلومتر فى الثانية أى $(3\times10^{8}\ m/s)$ فإذا كان طول موجة الضوء $5000\ \mathring{A}$، فما تردد هذا الضوء ؟ $(1\ angstrom\ (\mathring{A}) = 10^{-10}\ m)$

الحل

$c = 3\times10^{8}\ m/s$ ، $\lambda = 5000\times10^{-10} = 5\times10^{-7}\ m$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^{8}}{5\times10^{-7}} = 6\times10^{14}\ Hz$$

---

10 نغمتان ترددهما 340 Hz ، 212 Hz فإذا كان الطول الموجى لإحداهما يزيد عن الطول الموجى للأخر بمقدار 60 cm ، احسب سرعة الصوت فى الهواء.

الحل

$\nu_1 = 340\ Hz$ ، $\nu_2 = 212\ Hz$ ، $\lambda_2 = \lambda_1 + 0.6$

← الموجتين متساويتين فى السرعة بالإضافة إلى أنهما فى نفس الوسط.

$$\therefore \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\nu_2}{\nu_1} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_1+0.6} = \frac{212}{340}$$

$\therefore 212\lambda_1 + 0.6\times212 = 340\lambda_1$

$\therefore \lambda_1 = 0.99\ m$

→ $V = \lambda_1\nu_1 = 0.99\times340 = 336.6\ m/s$ #

الفيزياء ببساطة

اعداد : م/ أحمد جمال

01065142409

" معاً للإستمتاع بالفيزياء "

Subject : Date:

الفصل الثاني

الضوء

* العلماء كانوا مفكرين إن كل الموجات بما فيها الضوء تحتاج إلى وسط مادي لتنتقل من خلاله... وقالوا بما إن الضوء بيتحرك في الفضاء يبقى الفضاء مملوء بوسط ينقل الضوء ويُطلق عليه " الأثير ".

* عمنا ماكسويل تنبأ إن الضوء موجات كهرومغناطيسية مستعرضة وقال إن انتشار كل من الموجات الكهربية والمغناطيسية لاتحتاج إلى وسط مادي وبالتالي الموجات الكهرومغناطيسية لاتحتاج لوسط مادي لتنتشر من خلاله ولذلك تخلى العلماء عن فكرة الأثير نهائياً.

* الفيزياء الحديثة أثبتت مبدأ الطبيعة المزدوجة للموجات والتي تنص على أن للموجات الكهرومغناطيسية طبيعة:

1. **موجية**: فهي موجات مستعرضة.
2. **جسيمية**: " مكونة من جسيمات يطلق عليها فوتونات.

*** خصائص الموجات الكهرومغناطيسية:**

1. تنتشر في الأوساط المادية والفراغ.
2. تنتشر في الفراغ بسرعة ثابتة قدرها 3×10^8 m/s.
3. تتكون من مجالات كهربية ومغناطيسية:

أ) مهتزة بتردد معين. ب) متفقة في الطور. ج) متعامدة على بعضها وعلى اتجاه انتشار الموجة.

4. جميعها موجات مستعرضة.
5. لها مدى واسع من الموجات والتي تختلف في التردد والطول الموجي ويسمى هذا المدى بالطيف الكهرومغناطيسي ويشمل:

Subject : Date:

أشعة جاما	الأشعة السينية	الأشعة فوق البنفسجية	الضوء المرئي	الأشعة تحت الحمراء	الموجات الدقيقة	موجات الراديو

← من الواضح إن الضوء المرئي جزء محدود من الطيف الكهرومغناطيسي.

* ممكن أكتبهالك عبارة واحدة علشان أقدر أحفظها بسهولة:

"**موجات الراديو موجات دقيقة حمراء ترى بنفسجية ع سينيا جاما.**"

الأشعة تحت الحمراء - الضوء المرئي - الأشعة فوق البنفسجية - الأشعة السينية - أشعة جاما

خصائص موجات الضوء

الإنعكاس - الإنكسار - التداخل - الحيود

أولاً: انعكاس الضوء

* الضوء بيتحرك في خطوط مستقيمة ولما بيسقط على سطح عاكس زي المرآة مثلاً بيرتد لنفس الوسط، وهذا مايسمى **بإنعكاس الضوء** وطبعاً الضوء بيسقط بزاوية وينعكس بزاوية.

- **انعكاس الضوء**: ارتداد الأشعة الضوئية في نفس الوسط عندما تقابل سطحاً عاكساً.

- **زاوية السقوط**: الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي الساقط والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس.

- **زاوية الإنعكاس**: الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس.

Subject : Date:

* انعكاس الضوء له قانونين :

1 زاوية السقوط = زاوية الانعكاس.

2 الشعاع الضوئي الساقط والمنعكس، والعمود المقام من نقطة السقوط تقع جميعاً في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس.

مسألة ← تتبع مسار الشعاع الضوئي الساقط، وإذا أصبحت الزاوية بين B، C تساوي $90°$، احسب زاوية انعكاس الشعاع الضوئي عن المرآة C.

B C 90 (2) 30 (1) A

الحل

مبدأياً كده الخط اللي بالشكل ده ////////// يمثل السطح العاكس.

← هنرسم خط مستقيم عمودي على السطح العاكس عند النقطة (1) وبعدين نطبق القاعدة إن زاوية السقوط = زاوية الانعكاس ← هذه زاوية السقوط

في الحالة الأولى ← الزاوية بين السطحين B، C تساوي $60°$ والمطلوب تتبع مسار الشعاع الساقط.

B C 60 60 30 30 60 60 60 30 30 A

← الشعاع المنعكس من المرآة الأولى هيسقط على المرآة الثانية وهنجيب زاوية السقوط من خلال معرفة الزاوية المتممة ليها وهي ($60°$) واللي هنجيبها من المثلث، وبعد كدا نطبق القانون مرة ثانية واللي بيقول إن زاوية السقوط = زاوية الانعكاس. وهيطلع إن الزاوية المتممة لزاوية الانعكاس تساوي $60°$ والتي تساوي الزاوية بين المرآة B، C وبالتالي الشعاع المنعكس من المرآة B هيطلع موازي للمرآة C.

Subject : Date:

ف الحالة الثانية ←

زاوية الإنعكاس = ٦٠

← المقصود بزاوية الإنعكاس هنا ← هي آخر زاوية انعكس بيها الشعاع الضوئي.

شوية ملاحيظ من عملك قرمط

1️⃣ الشعاع الساقط على السطح العاكس ينعكس على نفسه. **علل؟**

- لأن زاوية السقوط = زاوية الإنعكاس = صفر

2️⃣ تقدر تشوف صورتك المنعكسة على زجاج نافذة حجرة مضيئة بالليل لما يكون خارج الغرفة ظلام شديد، لكن من الصعب إن الكلام دا يحصل بالنهار لما يكون خارج الغرفة مضيء. **علل؟**

(أ) لما يكون خارج الغرفة ظلام شديد ← تكون شدة الضوء النافذ من خارج إلى داخل الغرفة منعدمة، لذلك يرى الشخص صورته بفعل الجزء القليل المنعكس من الضوء داخل الغرفة على الزجاج.

(ب) لما يكون خارج الغرفة مضيء ← تكون شدة الضوء النافذ من الخارج إلى الداخل أكبر من شدة الضوء المنعكس من داخل الغرفة لذلك تصعب رؤية الشخص لصورته بالإنعكاس.

ENG: Ahmed Gamal 01065142409

Subject: Date:

ثانياً: انكسار الضوء

* لما الشعاع الضوئي يسقط على سطح فاصل بين وسطين شفافين ومختلفين في **الكثافة الضوئية** فإن:
- جزء من الشعاع الضوئي ينعكس إلى الوسط الأول.
- جزء ضئيل يُمتص بواسطة الوسط الثاني.
- الجزء المتبقي ينتقل إلى الوسط الثاني منحرفاً عن مساره، والعملية دي اسمها "انكسار الضوء".

الشعاع الساقط
الشعاع المنعكس
وسط أقل كثافة ضوئية (هواء)
وسط أكبر كثافة ضوئية (زجاج)
الشعاع المنكسر
ϕ ϕ θ

الكثافة الضوئية لوسط: قدرة الوسط على كسر الأشعة الضوئية المارة خلاله.

* شروط حدوث الانكسار:

1. أن يكون الوسطين مختلفين في الكثافة الضوئية مما يؤدي إلى اختلاف سرعة الضوء في الوسطين.
2. ألا يسقط الشعاع عمودياً على السطح الفاصل والذي يجعل زاوية السقوط تساوي صفر.

انكسار الضوء: انحراف مسار الضوء عندما يجتاز السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية.

زاوية الانكسار: الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل بين الوسطين.



* عمنا الضوء له قانونين هما :

- قانونا الانكسار

* **القانون الأول** : النسبة بين جيب زاوية السقوط فى الوسط الأول ($\sin \phi$) إلى جيب زاوية الانكسار فى الوسط الثانى ($\sin \theta$) تساوى النسبة بين سرعة الضوء فى الوسط الأول (v_1) إلى سرعته فى الوسط الثانى (v_2) وهى نسبة ثابتة لهذين الوسطين ويطلق عليها **معامل الانكسار النسبى** من الوسط الأول إلى الوسط الثانى ($_1n_2$).

$$_1n_2 = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{v_1}{v_2}$$

الشعاع الساقط
(زجاج) v_1
(ماء) v_2
ϕ , θ
الشعاع المنكسر
($v_1 < v_2$)

* **القانون الثانى** : الشعاع الضوئى الساقط والشعاع الضوئى المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل تقع فى مستوى واحد عمودى على السطح الفاصل.

* بما أن النسبة بين $\sin \phi$ و $\sin \theta$ فى القانون الأول ثابتة وهى $_1n_2$
إذن بزيادة $\sin \phi$ يزداد $\sin \theta$ وبالتالى $\sin \phi \propto \sin \theta$
والنسبة بينهم $_1n_2$ وتساوى الميل.

(رسم بياني: $\sin \phi$ على المحور الرأسي و $\sin \theta$ على المحور الأفقي)

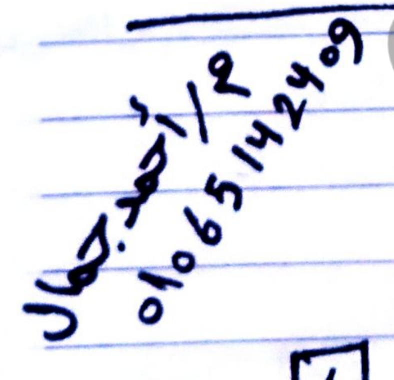
$\therefore$ الميل $= \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = {_1n_2}$

حيث $_1n_2$ هى معامل الانكسار النسبى.

* **معامل الانكسار النسبى بين وسطين ($_1n_2$)** : النسبة بين جيب زاوية السقوط فى الوسط الأول إلى جيب زاوية الانكسار فى الوسط الثانى.
أو النسبة بين سرعة الضوء فى الزجاج إلى سرعته فى الماء.

العوامل التى يتوقف عليها معامل الانكسار النسبى بين وسطين :

1. الطول الموجى للضوء الساقط.
2. سرعة الضوء فى وسط السقوط.
3. // // // // الانكسار.



معامل الإنكسار المطلق لوسط

هواء
زجاج

* لو سقط ضوء في الفراغ بسرعة ثابتة c وبزاوية سقوط ϕ حيث يسقط على وسط مادي بسرعة V في الوسط وينكسر بزاوية انكسار θ هتلاقي إن :

$$n = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{c}{V}$$

والنسبة اللي قدامك دي .. نسبة ثابتة وتساوي n والذي يطلق عليه **معامل الإنكسار المطلق للوسط.**

حفظ

- **معامل الإنكسار المطلق لوسط (n) :** النسبة بين جيب زاوية السقوط في الفراغ إلى جيب زاوية الإنكسار في الوسط.

أو النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ إلى سرعته في الوسط.

علل :

1 معامل الإنكسار المطلق لأي وسط دائماً أكبر من الواحد الصحيح؟

- لأن سرعة الضوء في الفراغ أكبر من سرعته في أي وسط آخر.

2 معامل الإنكسار ليس وحدة قياس؟

- لأنه نسبة بين كميتين متماثلتين.

أ/ العجال 2

* معامل الإنكسار المطلق لوسط يتناسب عكسياً مع سرعة الضوء في هذا الوسط $(n \propto \frac{1}{V})$.



م/ أحمد جمال 01065142409

Subject : Date:

* العوامل التى يتوقف عليها معامل الإنكسار المطلق لوسط :

1 الطول الموجى للضوء الساقط.

2 سرعة الضوء فى هذا الوسط أو نوع مادة الوسط.

علل - يمكن استخدام ظاهرة انكسار الضوء فى تحليل حزمة من الضوء الأبيض إلى مركباتها ذات الأطوال الموجية المختلفة ؟

- لاختلاف معامل الإنكسار المطلق تبعاً للطول الموجى للضوء الساقط مما يؤدى إلى تشتت الضوء الأبيض إلى سبعة ألوان تختلف فى أطوالها الموجية.

* **استنتاج العلاقة بين معامل الإنكسار النسبى لوسطين ومعامل الإنكسار المطلق**

$$n = \frac{c}{v} \quad \therefore \quad n \propto \frac{1}{v} \quad \therefore \quad \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\because \ {}_1n_2 = \frac{v_1}{v_2} \quad \therefore \quad {}_1n_2 = \frac{n_2}{n_1}$$

* **استنتاج قانون سنل**

$$\because \ {}_1n_2 = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} \ , \ {}_1n_2 = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\therefore \ \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\therefore \ n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta$$

قانون سنل : حاصل ضرب معامل الإنكسار المطلق لوسط السقوط فى جيب زاوية السقوط يساوى حاصل ضرب معامل الإنكسار المطلق لوسط الإنكسار فى جيب زاوية الإنكسار.

العزيز



علل . الشعاع الضوئي الساقط عمودياً على السطح الفاصل بين وسطين شفافين لا يعاني انكساراً ؟

ـ لأنه تبعاً لقانون سنل ($n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta$) ، عندما يسقط الشعاع عمودياً تكون زاوية السقوط ($\phi = 0$) فيصبح ($\sin\phi = 0$) وبالتالي يكون ($n_2 \sin\theta = 0$) ومنها تكون زاوية الإنكسار ($\theta = 0°$) .

مسائل

[1] شعاع ضوئي تردده 4×10^{14} Hz يسقط من الهواء على السطح المستوى لقطعة من الزجاج معامل انكسار مادتها 1.5 ، **احسب** الطول الموجي للشعاع الضوئي خلال الزجاج (علماً بأن : سرعة الضوء في الهواء 3×10^8 m/s)

الحل

← طالما الشعاع ساقط من الهواء يبقى معامل الإنكسار اللي بيتكلم عليه هو معامل الإنكسار المطلق واللي فيه ←

$$n = \frac{c}{v}$$

$$\therefore 1.5 = \frac{3 \times 10^8}{v} \longrightarrow v = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$v = \lambda \nu \longrightarrow 2 \times 10^8 = \lambda \times 4 \times 10^{14}$$

$$\therefore \lambda = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$$

[2] إذا سقط شعاع ضوئي على سطح لوح زجاجي معامل انكساره 1.5 بزاوية سقوط 30° ، احسب زاوية الإنكسار .

الحل

← طالما اتكلم عن وسط واحد ، يبقى الوسط الأول هو الهوا وبالتالي :

$$n = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} \longrightarrow 1.5 = \frac{\sin 30}{\sin\theta} \longrightarrow \theta = 19.47°$$



Subject: Date:

[٣] إذا كان معامل الإنكسار للماء 1.3 ومعامل الإنكسار للماس 2.4

احسب: [أ] معامل الإنكسار النسبى من الماس إلى الماء.

[ب] // // // // الماء // الماس.

الحل

← طالما قال معامل الإنكسار من غير مايقول نسبى ولا مطلق يبقى المقصود بيه المطلق ، أما النسبى هو بيقولنا إنه نسبى.

المطلق n ← النسبى $_1n_2$

* فى $_1n_2$ ← المقصود بـ 1 هو الوسط المنتقل منه" أى الوسط الأول والمقصود بـ 2 // // الثانى.

* عرفنا إن $_1n_2 = \frac{n_2}{n_1}$ أى $n_{\text{الوسط الأول الثانى}} = \frac{n_{\text{الثانى}}}{n_{\text{الأول}}}$

نرجع لمسألتنا ←

[أ] $n_{\text{الماس الماء}} = \frac{n_{\text{ماء}}}{n_{\text{ماس}}} = \frac{1.3}{2.4} = 0.54$

[ب] $n_{\text{ماء ماس}} = \frac{n_{\text{ماس}}}{n_{\text{ماء}}} = \frac{2.4}{1.3} = 1.85$

[٤] شعاع ضوئى يسقط على السطح الفاصل بين وسطين فإذا كانت الزاوية بين الشعاع الساقط والسطح الفاصل 40° وزاوية الإنكسار فى الوسط الثانى 30° احسب معامل الإنكسار النسبى من الوسط الأول إلى الوسط الثانى.

الحل

← الراجل بيقولى زاوية سقوط وزاوية انكسار ومعامل الإنكسار النسبى، مش محتاجة يعنى...

$$_1n_2 = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{\sin 50}{\sin 30} = 1.53$$

العزيز

Subject:

Date:

5 في الشكل المقابل: شعاع ضوئي يسقط على السطح الفاصل بين الهواء والماء ثم ينعكس بواسطة مرآة تحت سطح الماء.

أوجد:

(أ) زاوية السقوط عندما يدخل الماء.

(ب) زاوية الإنكسار عندما يغادر الماء (علماً بأن: $n_{ماء} = 1.33$)

الحل

(أ) واضح من الشكل إن زاوية الإنكسار $= 30°$

$$n_{ماء} = \frac{\sin\phi}{\sin\theta}$$

$$\therefore 1.33 = \frac{\sin\phi}{\sin 30} \therefore \longrightarrow \sin\phi = 0.665 \therefore \longrightarrow \phi = 41.68°$$

(ب) يسقط الشعاع عمودياً على سطح المرآة فينعكس على نفسه ويسقط على السطح الفاصل بزاوية $30°$ ، أي أن ($\phi = 30°$)

← من قانون الحج سنل ← $n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta$

$$\therefore n_{ماء} \sin 30 = n_{هواء} \sin\theta$$

$$\therefore 1.33 \sin 30 = \sin\theta$$

$$\therefore \theta = 41.68°$$

← كما تلاحظ عزيزي المشاهد ← معامل الإنكسار المطلق للهواء $= 1$

م / أحمد جمال
01065142409

م / أحمد جمال 01065142409

Subject: Date:

ثالثاً: تداخل الضوء

* تجربة الشق المزدوج لتوماس يونج

- الغرض منها: [1] توضيح ظاهرة التداخل فى الضوء.
[2] تعيين الطول الموجى لأى ضوء أحادى اللون.

* الجهاز المستخدم:

- مصدر ضوء أحادى اللون. علل؟
حتى يكون للطول الموجى قيمة واحدة ثابتة.
- حاجز به فتحة ضيقة مستطيلة S على بُعد مناسب من المصدر الضوئى.
- حاجز به فتحتان ضيقتان مستطيلتان S_1، S_2 تعملان كشق مزدوج.
- حائل لاستقبال الموجات.

* الخطوات:

[1] عند تشغيل مصدر الضوء، هلاقى إن الضوء يمر من الفتحة S على شكل موجات اسطوانية.

[2] هتروح الموجات دى على الفتحتين S_1، S_2 وطبعاً الفتحتين دول على نفس صدر **الموجة** فتعملان كمصدرين مترابطين، يعنى يصدروا موجات لها نفس التردد والسعة والطور.

٣ تسقط الموجات من الفتحتين وتتراكب على الحائل مكونة ....
هدب تداخل.

* **صدر الموجة**: سطح عمودي على اتجاه انتشار الموجة تكون جميع نقاطه لها نفس الطور.

* **المصادر الضوئية المترابطة**: المصادر التي تصدر موجات متساوية في التردد والسعة ولها نفس الطور.

* **هدب التداخل**: مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة تنتج من تراكب موجات الضوء الصادرة من مصدرين مترابطين.

تنقسم هدب التداخل إلى:

هدب مضيئة	هدب مظلمة
- مناطق مضيئة نتيجة تقابل قمة موجة طالعة من الفتحة S_1 مع قمة موجة طالعة من الفتحة S_2 أو تقابل قاع مع قاع.	- مناطق مظلمة نتيجة تقابل قمة من S_1 مع قاع من S_2 أو قاع من S_1 مع قمة من S_2.
- يكون فرق المسار بين الموجتين المتداخلتين صفر أو λ أو 2λ ... $m\lambda$	- يكون فرق المسار بين الموجتين المتداخلتين $\frac{1}{2}\lambda$ أو $\frac{3}{2}\lambda$ ... $(m+\frac{1}{2})\lambda$
ويسمى هذا التداخل **تداخل بنّاء**.	ويسمى هذا التداخل **تداخل هدّام**.

حيث m هو عدد صحيح يمثل رتبة التداخل

* لو عندنا هدبتين متتاليتين من نوع واحد سواء كانوا مضيئتين أو مظلمتين أقدر أعين المسافة بينهم (Δy) من العلاقة

$$\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$$

λ ← الطول الموجي للضوء المستخدم ، R ← المسافة بين الحائل والشقين.

d ← المسافة بين الشقين.

العزيز

* ما هو شرط حدوث التداخل في الضوء ؟

- أن يكون كل من المصدرين الضوئيين أحادي الطول الموجي.
- أن يكون المصدران الضوئيان مترابطان

* **تداخل الضوء:** ظاهرة تراكب موجات الضوء الصادرة من مصدرين مترابطين، وينتج عنها تقوية في شدة الضوء في بعض المواضع وانعدامها في مواضع أخرى.

* **التداخل البناء:** تداخل ينتج عنه تقوية في شدة الضوء في بعض المواضع نتيجة تقابل قمة إحدى الموجتين مع قمة الموجة الأخرى أو القاع مع القاع.

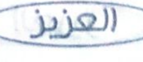
* **التداخل الهدام:** تداخل ينتج عنه انعدام لشدة الضوء في بعض المواضع نتيجة تقابل قمة إحدى الموجتين مع قاع الموجة الأخرى أو العكس.

علل . الموجات المتساويتان في المسار ينتج عنهما ما يعرف بالهدبة المركزية وهي دائماً هدبة مضيئة ؟

- لأن فرق المسار عندها = صفر فيكون التداخل بناء.

* العوامل التي تتوقف عليها المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع ؟

- واضح من العلاقة $\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$ إنها بتتوقف على λ وهو الطول الموجي للضوء المستخدم "علاقة طردية" و R وهو المسافة بين الحائل والشقين "علاقة طردية" و d وهي المسافة بين الشقين "علاقة عكسية" حيث يزداد التداخل وضوحاً كلما قلت المسافة بين الشقين.







Subject: Date:

مسائل

1 سقط ضوء أحادى اللون طول موجته 66×10^{-8} m على شق مزدوج وكانت المسافة بين مركزى الفتحتين المستطيلتين 11×10^{-4} m والمسافة الفاصلة بين الحائل والشق المزدوج 1m ، احسب المسافة بين مركزى هدبتين من نفس النوع.

الحل

$$\Delta y = \frac{\lambda R}{d} = \frac{66 \times 10^{-8} \times 1}{11 \times 10^{-4}} = 6 \times 10^{-4}\ m$$

---

2 إذا كانت المسافة بين المصدرين المترابطين 1.6 mm وتكونت هدب على حائل يبعد 60 cm عن الشق المزدوج ، وكانت الهدبة الثالثة المضيئة على بعد 0.6 mm من الهدبة المركزية ، أوجد الطول الموجى للضوء المستخدم.

الحل

المسافة من الهدبة الأولى إلى الثالثة تساوى 0.6 mm ولكن Δy المستخدمة فى القانون تعبر عن المسافة بين هدبتين متتاليتين يعنى مثلاً من الهدبة الأولى إلى الثانية وهى تساوى نصف المسافة من الأولى للثالثة.

$$\therefore \Delta y = \frac{1}{2} \times 0.6 = 0.2\ mm$$

$$\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$$

$$\therefore 0.2 \times 10^{-3} = \frac{\lambda \times 60 \times 10^{-2}}{1.6 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore \lambda = 5.33 \times 10^{-7}\ m$$

ملحوظة ← كل الوحدات اللى عندى لازم أحولها للوحدات الدولية مثل: الطول بالمتر والزمن بالثانية ،

٣ احسب تردد الضوء المستخدم في تجربة الشق المزدوج إذا كانت المسافة بين الفتحتين الضيقتين 0.00015 m والمسافة بين الحائل المعد لاستقبال الهدب والشق المزدوج 0.75 m وكانت المسافة بين هدبتين مضيئتين متتاليتين 0.002 m علماً بأن (سرعة الضوء في الهواء 3×10^8 m/s)

الحل

كل الأدلة تشير إلى استخدام القانون ده ← $\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$ واللي هجيب منه λ ومنها $\nu = \frac{c}{\lambda}$.

$$\Delta y = \frac{\lambda R}{d} \longrightarrow 0.002 = \frac{\lambda \times 0.75}{0.00015}$$

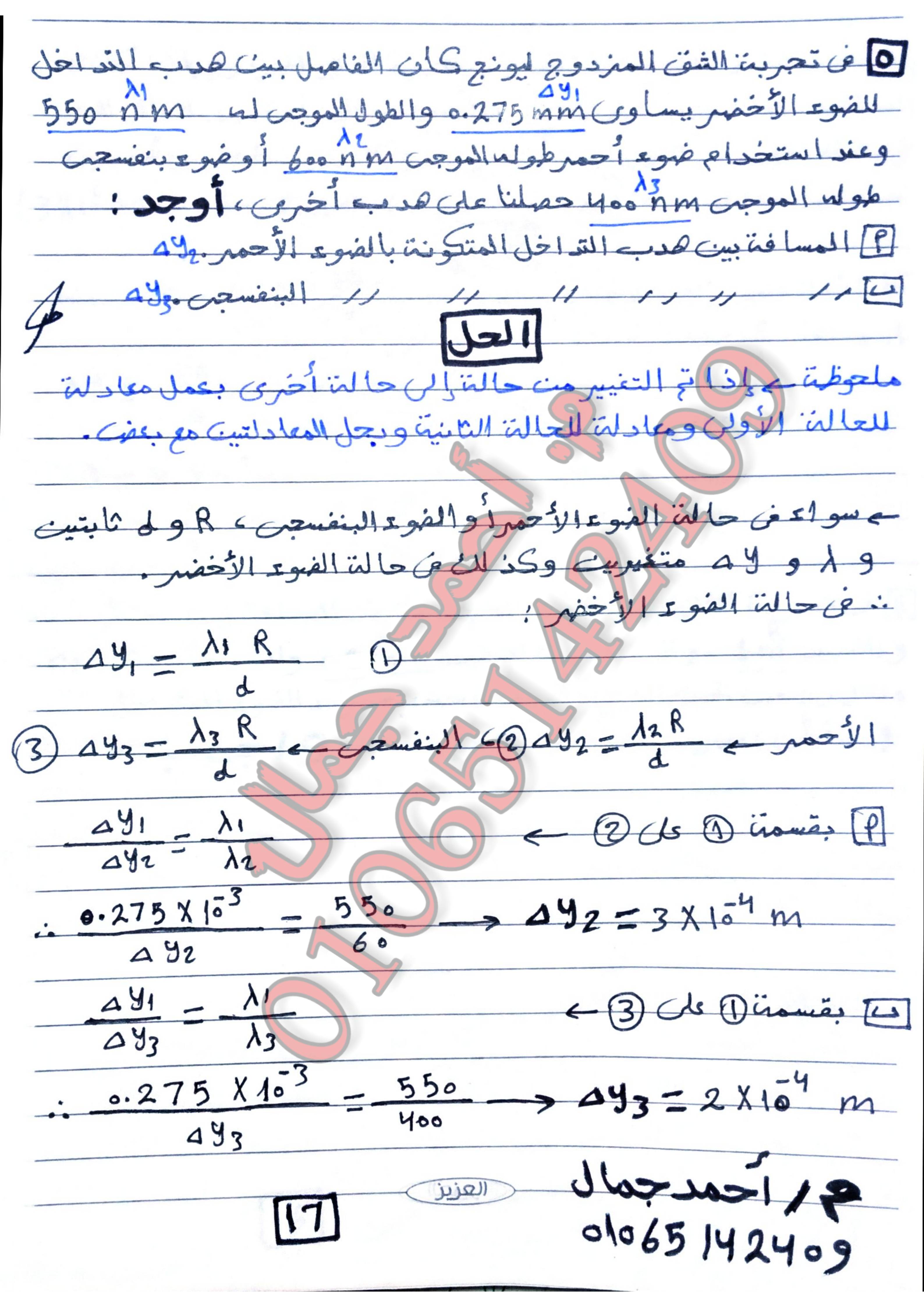
$$\lambda = 4 \times 10^{-7}\ m$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 10^{-7}} = 7.5 \times 10^{14}\ Hz$$

---

٤ في تجربة الشق المزدوج ليونج إذا كانت المسافة بين الحائل والشقين 1 m، والمسافة بين الشقين 0.2 mm والمسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع 0.003 m **احسب** تردد الضوء المتداخل (علماً بأن: سرعة الضوء 3×10^8 m/s).

واجب



5 في تجربة الشق المزدوج ليونج كان الفاصل بين هدب التداخل للضوء الأخضر يساوي $0.275\ mm$ (Δy_1) والطول الموجي له $550\ nm$ (λ_1) وعند استخدام ضوء أحمر طوله الموجي $600\ nm$ (λ_2) أو ضوء بنفسجي طوله الموجي $400\ nm$ (λ_3) حصلنا على هدب أخرى، **أوجد :**

أ) المسافة بين هدب التداخل المتكونة بالضوء الأحمر Δy_2.

ب) // // // // // البنفسجي Δy_3.

الحل

ملحوظة ← إذا تم التغيير من حالة إلى حالة أخرى بعمل معادلة للحالة الأولى ومعادلة للحالة الثانية وبحل المعادلتين مع بعض.

← سواء في حالة الضوء الأحمر أو الضوء البنفسجي، R و d ثابتين و λ و Δy متغيرين وكذلك في حالة الضوء الأخضر.

∴ في حالة الضوء الأخضر:

$$\Delta y_1 = \frac{\lambda_1 R}{d} \quad (1)$$

الأحمر ← $\Delta y_2 = \frac{\lambda_2 R}{d}$ (2) ، البنفسجي ← $\Delta y_3 = \frac{\lambda_3 R}{d}$ (3)

أ) بقسمة (1) على (2) ←

$$\frac{\Delta y_1}{\Delta y_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$\therefore \frac{0.275 \times 10^{-3}}{\Delta y_2} = \frac{550}{600} \longrightarrow \Delta y_2 = 3 \times 10^{-4}\ m$$

ب) بقسمة (1) على (3) ←

$$\frac{\Delta y_1}{\Delta y_3} = \frac{\lambda_1}{\lambda_3}$$

$$\therefore \frac{0.275 \times 10^{-3}}{\Delta y_3} = \frac{550}{400} \longrightarrow \Delta y_3 = 2 \times 10^{-4}\ m$$

م / أحمد جمال
01065142409

م/ أحمد جمال 01065142409

Subject: Date:

رابعاً: حيود الضوء

كيفية حدوثه:

- لما موجات ضوء أحادي اللون تسقط على حاجز هنلاقيها:
(أ) تغير اتجاه انتشارها ... أي تحيد عن اتجاهها.
(ب) تتداخل الموجات مع بعضها خلف الحاجز لتعطي هدب الحيود.

- يظهر على الحائل بقعة دائرية مضيئة يطلق عليها **قرص إيري** ولما درسنا البقعة المضيئة دي عن قرب، ظهر وجود هدب مضيئة وأخرى مظلمة.

هدب الحيود: مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة تنتج من تداخل موجات الضوء التي حدث لها حيود.

حيود الضوء: ظاهرة تغير مسار موجات الضوء عند مرورها خلال فتحة ضيقة مما يؤدي إلى تراكب الموجات وتكون هدب مضيئة وأخرى مظلمة.

قرص إيري: بقعة مضيئة مركزية تتكون عند حيود الضوء من فتحة دائرية وتكون شدة الضوء فيها أعلى ما يمكن.

علل. لا يوجد فرق جوهري بين نموذجي التداخل والحيود؟

- لأن كل منهما ظاهرة موجية تنشأ من تراكب الموجات.



	ظاهرة الانعكاس	ظاهرة الانكسار	ظاهرة التداخل	ظاهرة الحيود
الشكل	الشعاع الساقط، الشعاع المنعكس، ϕ ϕ، السطح العاكس	الشعاع الساقط، ϕ، الشعاع المنكسر، θ	حاجز به شق مزدوج، موجات أسطوانية، مصدر ضوء أحادى اللون، حائل لاستقبال الهدب، هدبة مركزية مضيئة، R	حاجز، حائل، R، قرص إبرى، θ، أشعة متوازية لضوء أحادى اللون من المصدر، البقعة الثانوية المضيئة الأولى
التعريف	ارتداد الأشعة الضوئية فى نفس الوسط عندما تقابل سطحًا عاكسًا	انحراف مسار الضوء عندما يجتاز السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين فى الكثافة الضوئية	ظاهرة تراكب موجات الضوء الصادرة من مصدرين مترابطين وينتج عنها تقوية فى شدة الضوء فى بعض المواضع وانعدام فى شدة الضوء فى مواضع أخرى	ظاهرة تغير مسار موجات الضوء عند مرورها خلال فتحة ضيقة مما يؤدى إلى تراكب الموجات وتكُون هُدب مضيئة وأخرى مظلمة
مكان الحدوث	عند السطح العاكس فى نفس الوسط	عند السطح الفاصل بين وسطين مختلفين فى الكثافة الضوئية	فى نفس الوسط خلف الشق المزدوج	عند فتحة فى عائق أو حافة حاجز فى نفس الوسط
شرط الحدوث	أن تقابل موجات الضوء سطح عاكس	أن يكون الوسطين الشفافين مختلفين فى الكثافة الضوئية	* أن يكون كل من المصدرين الضوئيين أحادى الطول الموجى. * أن يكون المصدران الضوئيان مترابطان أى لهما نفس التردد والسعة والطور.	أن تكون أبعاد فتحة العائق مقاربة للطول الموجى لموجة الضوء والعكس صحيح

م/ أحمد جمال
01065142409

** الفيزياء ببساطة

" معاً للاستمتاع بالفيزياء "

م/ أحمد جمال 01065142409

Subject : Date:

الفصل الثانى

الدرس الثانى

أولاً : الإنعكاس الكلى

* **كيفية حدوثه:** عندى وسطين ... وسط أكبر فى الكثافة الضوئية كالماء ووسط أقل فى الكثافة الضوئية كالهواء ، وعاوزين نسقط شعاع ضوئى من الماء وهو الوسط الأكبر إلى الهواء وهو الوسط الأقل فهنلاقى إن الشعاع الضوئى بينكسر مبتعداً عن العمود كما بالشكل (أ).

هواء
ماء
θ
ϕ
مصدر ضوئى
(أ)

- لما بزود زاوية السقوط فى الماء تزداد زاوية الإنكسار فى الهواء.

- لما توصل زاوية السقوط إلى قيمة معينة تصبح زاوية الإنكسار أكبر قيمة لها وتساوى 90° أى يخرج الشعاع المنكسر موازياً للسطح الفاصل ، ويُطلق على زاوية السقوط فى هذه الحالة **الزاوية الحرجة (ϕ_c)** (شكل ب).

هواء
ماء
ϕ_c
مصدر ضوئى
(شكل ب)

- لما بزود زاوية السقوط عن الزاوية الحرجة هنلاقى إن الشعاع لاينفذ إلى الوسط الأقل فى الكثافة الضوئية ولكن بينعكس انعكاس كلى (ح).

هواء
ماء
انعكاس كلى
مصدر ضوئى
(شكل حـ)

الزاوية الحرجة بين وسطين (ϕ_c): زاوية سقوط فى الوسط الأكبر كثافة ضوئية تقابلها زاوية انكسار فى الوسط الأقل كثافة ضوئية تساوى 90°.

الإنعكاس الكلى: انعكاس الشعاع الضوئى داخل الوسط الأكبر كثافة ضوئية عندما تكون زاوية سقوطه أكبر من الزاوية الحرجة بين الوسطين.

شروط حدوث الإنعكاس الكلى

(1) سقوط الأشعة من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية.
(2) أن تكون زاوية السقوط أكبر من الزاوية بين الوسطين.

استنتاج العلاقة بين جيب الزاوية الحرجة ومعامل الإنكسار لوسط :

- من قانون سنل : $n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta$ ∴
ولكن زاوية السقوط تساوى الزاوية الحرجة وزاوية الإنكسار = 90

∴ $\phi = \phi_c$, $\theta = 90$

∴ $n_1 \sin\phi_c = n_2 \sin 90$, $\sin 90 = 1$

$$\therefore \sin\phi_c = \frac{n_2}{n_1} = {}_1n_2$$

وعندما يكون الوسط الأقل كثافة ضوئية هو الهواء فإن :

n_2 (هواء) $= 1$, $n_1 = n$

$$\therefore \sin\phi_c = \frac{1}{n}$$

حيث n معامل الإنكسار المطلق للوسط الأكبر كثافة ضوئية.





Subject: Date:

مسائل

القوانين المستخدمة :

$$* \sin\phi_c = \frac{n_2}{n_1} = {}_1n_2 \quad , \quad \sin\phi_c = \frac{1}{n} \quad , \quad n = \frac{\sin\phi}{\sin\theta}$$

(n_2 القيمة الأقل ، n_1 القيمة الأكبر)

1 إذا سقط شعاع ضوئي على سطح سائل وكانت زاوية السقوط 30° وزاوية الإنكسار 22° ، **احسب** الزاوية الحرجة للشعاع عندما ينتقل من السائل إلى الهواء.

الحل

$$n = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{\sin 30}{\sin 22} = 1.355$$

$$\sin\phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.355}$$

$$\therefore \phi_c = 79.11^\circ$$

---

2 إذا كان معامل الإنكسار المطلق لكل من الزجاج والماء 1.6 ، 1.33 على الترتيب ، **احسب** :

أ الزاوية الحرجة لكل منهما.

ب // // للضوء الساقط من الزجاج إلى الماء.

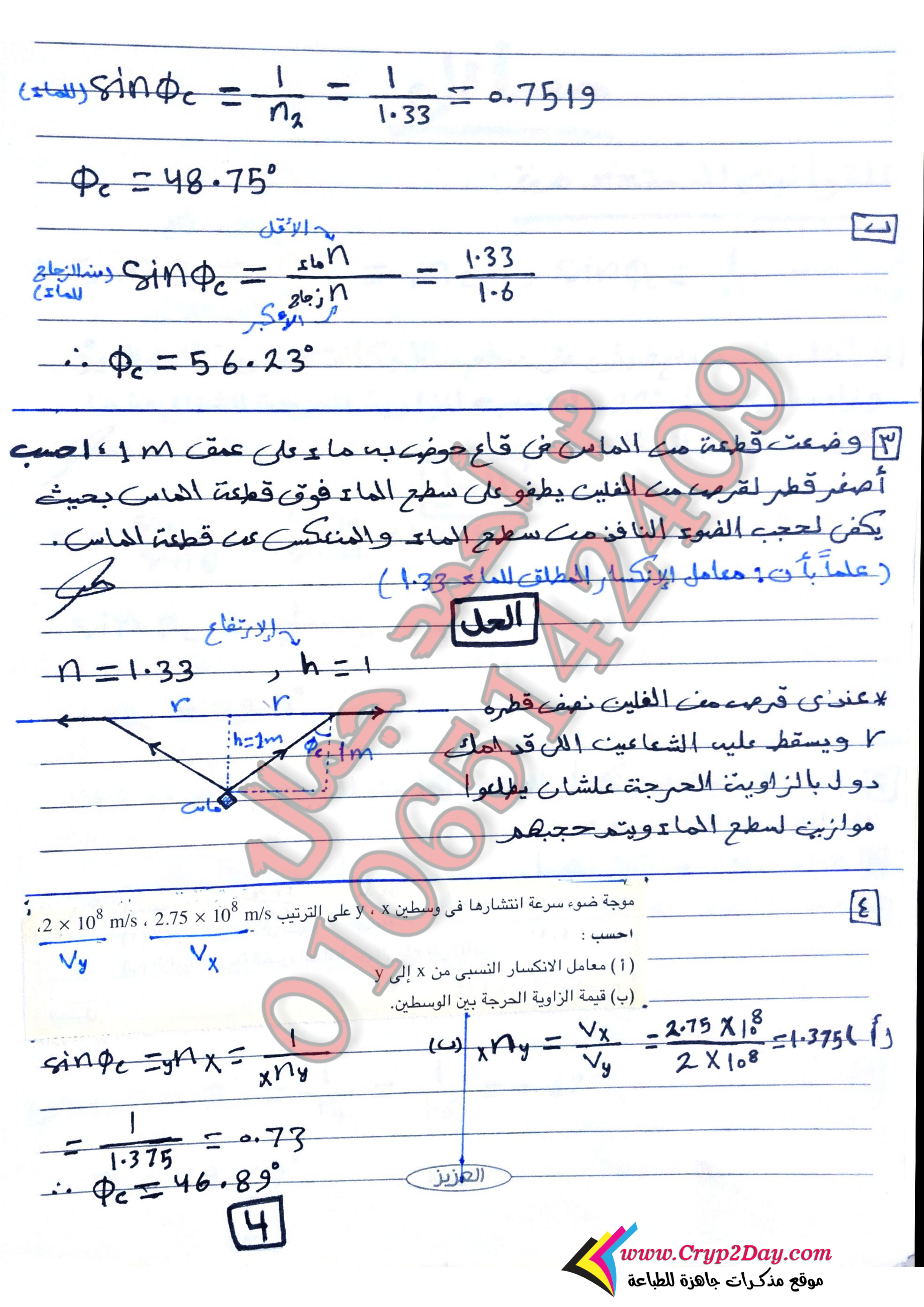
الحل

n_1 زجاج $= 1.6$ ، n_2 ماء $= 1.33$

أ

$$\sin\phi_c \text{ (للزجاج)} = \frac{1}{n_1} = \frac{1}{1.6} = 0.625$$

$$\therefore \phi_c = 38.68^\circ$$



(للماء) $\sin\phi_c = \frac{1}{n_2} = \frac{1}{1.33} = 0.7519$

$\phi_c = 48.75°$

ب

(بين الزجاج والماء) $\sin\phi_c = \frac{n_{ماء}}{n_{زجاج}} = \frac{1.33}{1.6}$ (الأقل / الأكبر)

$\therefore \phi_c = 56.23°$

---

٣ وضعت قطعة من الماس في قاع حوض به ماء على عمق 1 m ، احسب أصغر قطر لقرص من الفلين يطفو على سطح الماء فوق قطعة الماس بحيث يكفي لحجب الضوء النافذ من سطح الماء والمنعكس من قطعة الماس.

(علماً بأن : معامل الإنكسار المطلق للماء 1.33)

الحل

$n = 1.33$, $h = 1$ (الإرتفاع)

* عندي قرص من الفلين نصف قطره r ويسقط عليه الشعاعين اللي قدامك دول بالزاوية الحرجة علشان يطلعوا موازيين لسطح الماء ويتم حجبهم

---

٤ موجة ضوء سرعة انتشارها في وسطين x ، y على الترتيب 2.75×10^8 m/s ، 2×10^8 m/s ، احسب :

(أ) معامل الانكسار النسبي من x إلى y

(ب) قيمة الزاوية الحرجة بين الوسطين.

(V_x ، V_y)

(أ) $_xn_y = \frac{V_x}{V_y} = \frac{2.75 \times 10^8}{2 \times 10^8} = 1.375$

(ب) $\sin\phi_c = {_yn_x} = \frac{1}{_xn_y}$

$= \frac{1}{1.375} = 0.73$

$\therefore \phi_c = 46.89°$

العزيز

4

م / أحمد جمال 01065142409

Subject : Date:

* تطبيقات على الإنعكاس الكلي للضوء

الألياف الضوئية (البصرية) — المنشور العاكس — السراب

١ الألياف الضوئية

التركيب

قضيب مصمت مش فارغ من جواه والقضيب ده رفيع من مادة مرنة شفافة وطبعاً مرنة يعني بتاخدوتدي معاك ، وممكن أجمع الألياف الضوئية في حزم مكونة من آلاف الألياف.

الألياف الضوئية : قضيب مصمت رفيع من مادة مرنة شفافة إذا دخل الضوء من أحد طرفيه فإنه يعاني انعكاسات كلية متتالية حتى يخرج من الطرف الآخر.

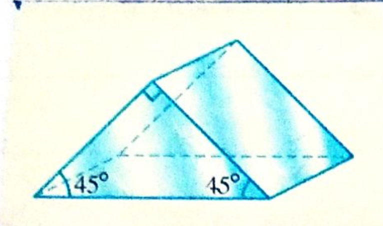
* ماذا يحدث عند سقوط شعاع ضوئي على أي جزء من الجدار الداخلي لليفة الضوئية بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة ؟
يلقى هذا الشعاع انعكاسات كلية متتالية حتى يخرج من الطرف الآخر لليفة الضوئية دون فقد يذكر في الشدة الضوئية.

*** الإستخدام :** ١ الوصول إلى أماكن يصعب توصيل الضوء إليها.
٢ نقل الضوء في مسارات منحنية بدون فقد يذكر في الشدة الضوئية.
٣ الفحوص الطبية مثل المناظير الطبية.
٤ الإتصالات عن طريق تحويل الإشارات الكهربية إلى ضوئية في كابلات الألياف الضوئية.

العزيز

Subject : Date:

٢ المنشور العاكس



- منشور ثلاثي من الزجاج زواياه (45° ، 45° ، 90°)

علل • يفضل المنشور العاكس عن السطح المعدني العاكس (المرآة) في بعض الأجهزة البصرية ؟

- لأن المنشور يسبب للضوء الساقط عمودياً عليه انعكاساً كلياً وبالتالي ينعدم الفقد في الطاقة الضوئية بينما لا يوجد سطح عاكس كفاءته 100% .
- السطح العاكس تقل كفاءته عندما يفقد بريقه وهذا لا يحدث في المنشور.

* كيفية عمل المنشور :-

١ تغيير مسار الشعاع الضوئي بمقدار 90°

- يسقط الشعاع عمودياً على أحد الضلعين القائمين في المنشور فينفذ على استقامته ليسقط على السطح المقابل للزاوية القائمة بزاوية 45° .
- ينعكس هذا الشعاع انعكاس كلي بزاوية 45° لأن الزاوية الحرجة بين الزجاج والهواء 42° .
- الشعاع المنعكس هيخرج عمودياً من الضلع الأخر للزاوية القائمة .

٢ تغيير مسار الشعاع الضوئي بمقدار 180°

- يسقط الشعاع عمودياً على السطح المقابل للزاوية القائمة فينفذ على استقامته ليسقط على أحد الضلعين القائمين بزاوية 45° .
- الشعاع المنعكس هيسقط بزاوية 45° عالضلع القائم الأخر وهينعكس منه بزاوية 45° ليسقط على الضلع المقابل للقائمة ويخرج منها عمودياً .

علل: تغطى أوجه المنشور العاكس بطبقة رقيقة من مادة غير عاكسة معامل انكسارها أقل من معامل انكسار الزجاج مثل فلوريد الألومنيوم وفلوريد الماغنسيوم؟

- لتجنب الفقد الحادث في الأشعة الضوئية عند دخولها أو خروجها من المنشور فتزداد كفاءة المنشور.

٣ السراب

وانت راكب العربية في يوم شديد الحرارة وماشي عالطريق هتلاقي الطريق كأنه مغطى بالماء، وبتشوف للنخل في الصحراء صور مقلوبة مثل التي تحدث بالإنعكاس عن سطح الماء، فهتفكر إن فيه ماء وهو أصلاً مفيش لكن حصل ظاهرة اسمها **السراب**.

* تفسير ظاهرة السراب

- في الأيام شديدة الحرارة هتلاقي إن درجة حرارة طبقات الهواء الملامسة لسطح الأرض بترتفع فتقل كثافتها عن كثافة الطبقات التي تعلوها وبالتالي تصبح معاملات انكسار طبقات الهواء العليا أكبر من التي تحتها ($n_1 > n_2$).
- عند انتقال شعاع ضوئي لقمة نخلة مثلاً من طبقات الهواء العليا إلى الطبقات التي تحتها فإنه ينكسر مبتعداً عن العمود تبعاً لقانون سنل $\left(\frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{n_2}{n_1}\right)$.
- انحراف الشعاع الضوئي بيزيد متخذاً مساراً منحنياً.
- لما تصبح زاوية السقوط في إحدى الطبقات أكبر من الزاوية الحرجة للطبقة اللي تحتها هتلاقي إن الشعاع الضوئي ينعكس انعكاساً كلياً متخذاً مساراً منحنياً إلى أعلى حتى يصل إلى العين فترى العين النخلة مقلوبة وكأنها صورة منعكسة من سطح الماء.

م/أحمد جمال 01065142409

Subject : Date:

الدرس الثانى
الجزء الثانى

تحليل الضوء الأبيض

- عندما يسقط الضوء الأبيض على منشور ثلاثى فى وضع معين فإن الضوء الخارج يتحلل إلى ألوان الطيف.

أنواع المنشور الثلاثى :

1- المنشور العادى. 2- المنشور الرقيق.

1- المنشور العادى

- لو سقط شعاع ضوئى على الوجه (bx) للمنشور فينكسر داخل المنشور حتى يسقط على (by) ثم يخرج من المنشور.
- الشعاع الضوئى انكسر مرتين وبالتالى هو انحرف عن مساره بزاوية يطلق عليها زاوية الإنحراف (α).

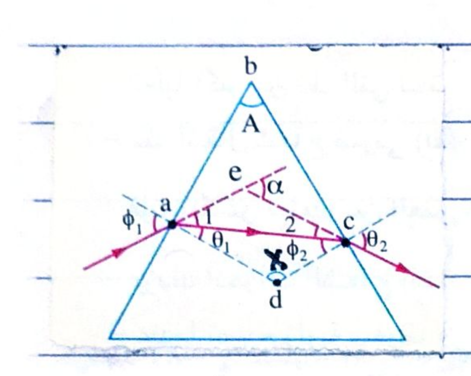
زاوية الإنحراف فى المنشور: الزاوية الحادة المحصورة بين امتدادى الشعاعين الساقط والخارج من المنشور الثلاثى.

زاوية رأس المنشور: الزاوية المحصورة بين وجهى المنشور، أحدهما يدخل فيها الشعاع الضوئى والآخر يخرج منه الشعاع الضوئى.

العزيز



استنتاج قوانين المنشور الثلاثي



* الشكل abcd رباعي دائري وبالتالي مجموع أي زاويتين متقابلتين = 180°

$\therefore A + X = 180^\circ$

$\therefore X = 180 - A$ ①

في المثلث acd ← مجموع زوايا = 180°

(زاوية الإنكسار الأولى. — زاوية السقوط الثانية)

$\therefore \theta_1 + \phi_2 + X = 180$ ②

بالتعويض من ① في ②

$\therefore \theta_1 + \phi_2 + 180 - A = 180$

$$\therefore \boxed{A = \theta_1 + \phi_2}$$

* تعالى ندخل على زاوية الإنحراف (α):

← زاوية الإنحراف (α) خارجة عن المثلث aec وبالتالي فهي تساوي مجموع زوايا المثلث ما عدا المجاورة.

$\therefore \alpha = \hat{1} + \hat{2} = (\phi_1 - \theta_1) + (\theta_2 - \phi_2)$

$\therefore \alpha = \theta_2 + \phi_1 - (\theta_1 + \phi_2)$ ← A

$$\therefore \boxed{\alpha = \theta_2 + \phi_1 - A}$$

*إذا أردنا يا صديقى أن نتتبع مسار شعاع ضوئى ساقط على منشور ثلاثى فلابد أن نراعى ما هو آتى :

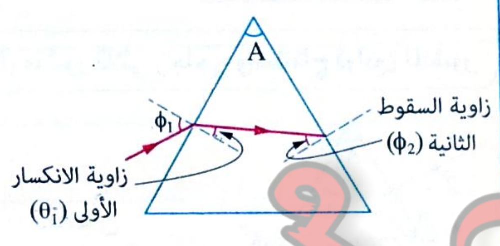
أولاً زاوية السقوط الأولى (ϕ_1)

(ϕ_1 بالنسبة للصفر)

فإذا كانت

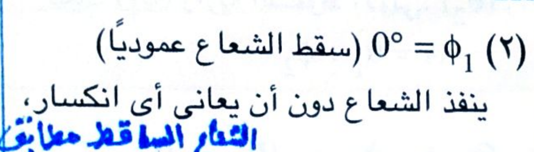
(١) $0° < \phi_1$

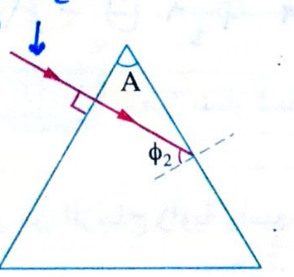
ينكسر الشعاع داخل المنشور ويسقط على الوجه المقابل.



(٢) $\phi_1 = 0°$ (سقط الشعاع عمودياً)

ينفذ الشعاع دون أن يعانى أى انكسار.





وتكون

$\sin\theta_1 = \frac{\sin\phi_1}{n}$, $A = \theta_1 + \phi_2$

$\phi_1 = \theta_1 = 0°$, $A = \phi_2$

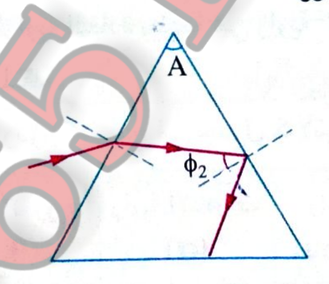
ثانياً زاوية السقوط الثانية (ϕ_2)

(ϕ_2 بالنسبة للزاوية الحرجة ϕ_c)

فإذا كانت

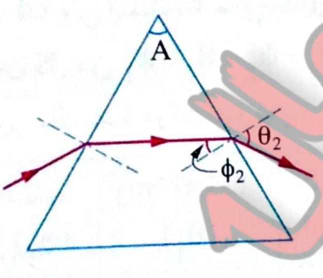
(١) $\phi_2 > \phi_c$ (الزاوية الحرجة للمنشور)

ينعكس الشعاع انعكاساً كلياً داخل المنشور.



(٢) $\phi_2 < \phi_c$

ينكسر الشعاع خارج المنشور مقترباً من السطح الفاصل (مبتعداً عن العمود).



وتكون

زاوية السقوط = زاوية الانعكاس ϕ_2

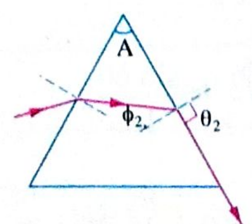
$\sin\theta_2 = n\sin\phi_2$

ثالثاً زاوية الخروج (θ_2)

فإذا كانت

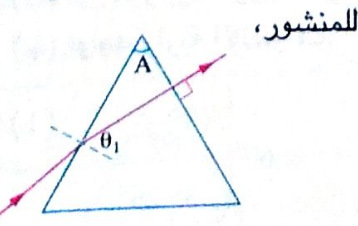
(١) $\theta_2 = 90°$

يخرج الشعاع مماساً للسطح الفاصل.



(٢) $\theta_2 = 0°$

يخرج الشعاع عمودياً على الوجه المقابل للمنشور.



وتكون

$\phi_2 = \phi_c$, $A = \theta_1 + \phi_c$

$\phi_2 = \theta_2 = 0°$, $A = \theta_1$

ENG: Ahmed Gamal 01065142409

Subject: Date:

قوانين

المنشور العادى

زاوية رأس المنشور ← $A = \theta_1 + \phi_2$

زاوية الانحراف ← $\alpha = \theta_2 + \phi_1 - A$

فإذا

سقط الشعاع عمودياً ←
$\phi_1 = \theta_1 = 0^\circ$
$A = \phi_2$
$\alpha = \theta_2 - \phi_2$

خرج الشعاع عمودياً ←
$\phi_2 = \theta_2 = 0^\circ$
$A = \theta_1$
$\alpha = \phi_1 - \theta_1$

خرج الشعاع مماساً ←
$\phi_2 = \phi_c$ و $\theta_2 = 90^\circ$
$A = \theta_1 + \phi_c$
$\alpha = \phi_1 + 90 - A$

مسائل

1 سقط شعاع ضوئى فى الهواء على أحد أوجه منشور ثلاثى زجاجى زاوية رأسه 72° (A) فانكسر الشعاع بزاوية 30° (θ_1) وخرج مماساً للوجه الآخر، أوجد:

أ) الزاوية الحرجة بين الزجاج والهواء. ϕ_c

ب) معامل انكسار مادة المنشور. n

جـ) جيب زاوية السقوط الأولى. $\sin \phi_1$

الحل

ملحوظة ← زوايا السقوط يُرمز لها بالرمز ϕ و الإنكسار بـ θ

أ) من المعروف إن الزاوية الحرجة بتمثل زاوية سقوط فى وسط يقابله زاوية انكسار فى الوسط الأخر تساوى 90° ولأن زاوية الإنكسار هتظهر بعد الخروج من الوجه الثانى للمنشور تصبح الزاوية الحرجة هى ϕ_2.

$A = \theta_1 + \phi_2$

$72 = 30 + \phi_2 \longrightarrow \phi_2 = 42^\circ$

$\phi_c = \phi_2 = 42^\circ$

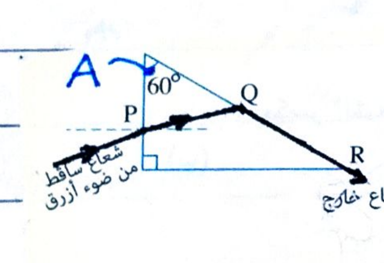
ب) $n = \frac{1}{\sin\phi_c} = \frac{1}{\sin 42^\circ} = 1.49$

جـ) $n = \frac{\sin\phi_1}{\sin\theta_1} \longrightarrow 1.49 = \frac{\sin\phi_1}{\sin 30}$

$\therefore \sin\phi_1 = 0.745$

---

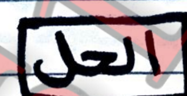
٣)



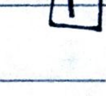
إذا سقط الشعاع الأزرق على أحد أوجه المنشور عند النقطة (P) وكانت زاوية الانكسار 23° (θ_1) ثم سقط على الوجه الآخر عند النقطة (Q) وخرج الشعاع مماسًا للسطح QR، **أوجد :**

(أ) الزاوية الحرجة للضوء الأزرق.

(ب) معامل انكسار مادة المنشور للضوء الأزرق.



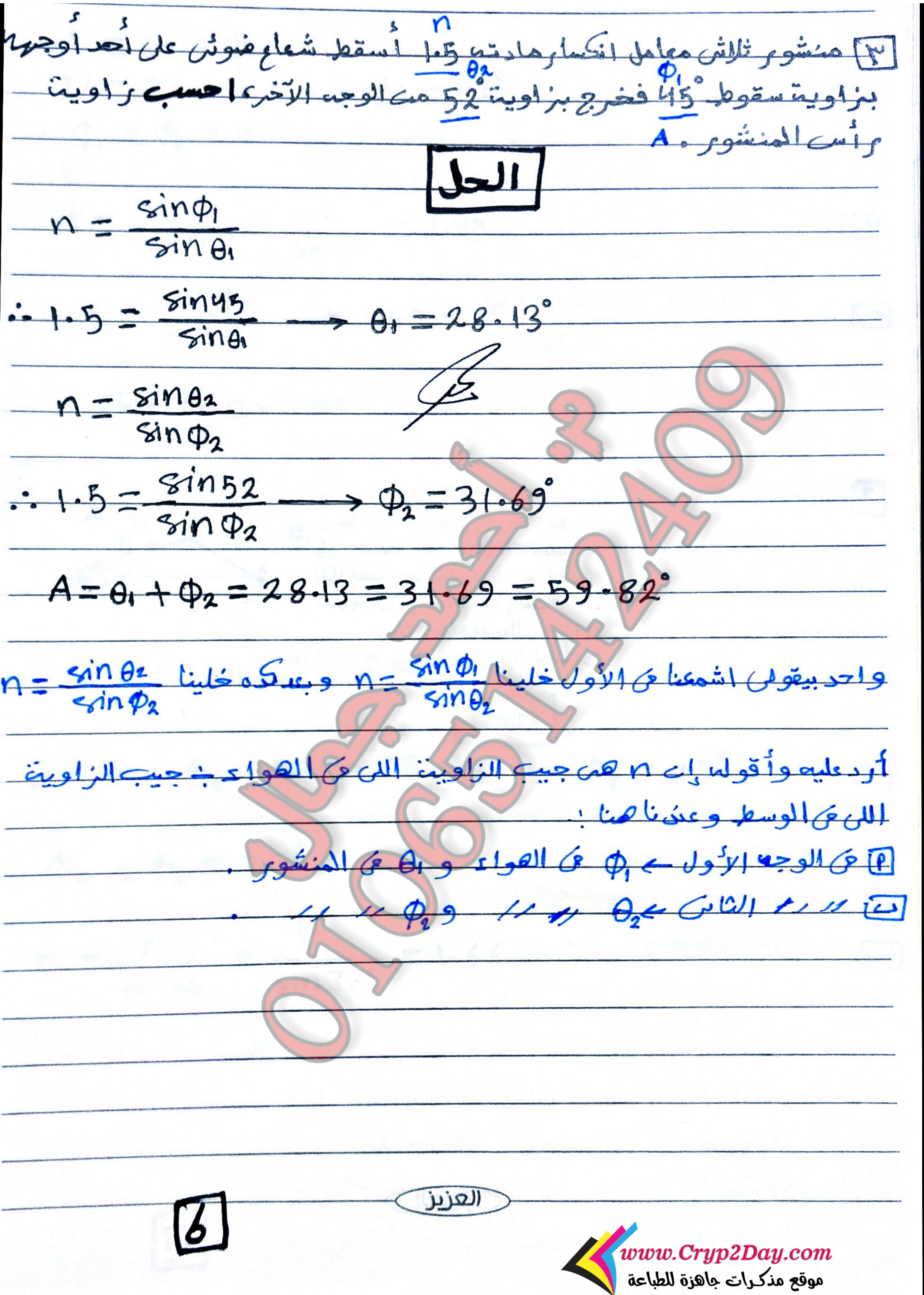
الحل



أ) $A = \theta_1 + \phi_2 \quad , \quad 60 = 23 + \phi_2 \longrightarrow \phi_2 = 37^\circ$

$\phi_c = \phi_2 = 37^\circ$

ب) $n = \frac{1}{\sin\phi_c} = \frac{1}{\sin 37^\circ} = 1.66$



٣) منشور ثلاثي معامل انكساره 1.5 (n) أُسقط شعاع ضوئي على أحد أوجهه بزاوية سقوط 45° (ϕ_1) فخرج بزاوية 52 (θ_2) من الوجه الآخر، **احسب** زاوية رأس المنشور A.

الحل

$$n = \frac{\sin\phi_1}{\sin\theta_1}$$

$$\therefore 1.5 = \frac{\sin 45}{\sin\theta_1} \longrightarrow \theta_1 = 28.13^\circ$$

$$n = \frac{\sin\theta_2}{\sin\phi_2}$$

$$\therefore 1.5 = \frac{\sin 52}{\sin\phi_2} \longrightarrow \phi_2 = 31.69^\circ$$

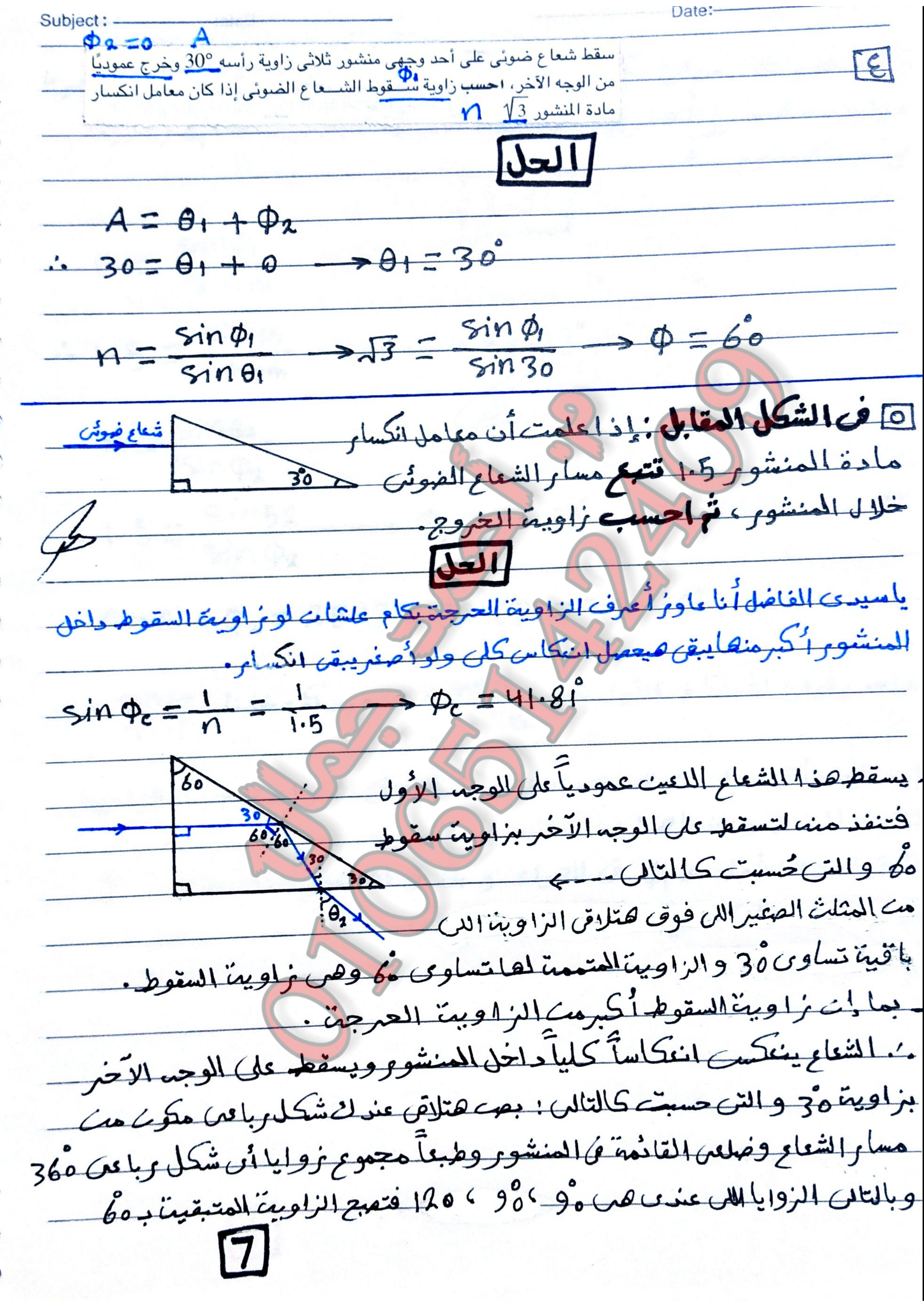
$$A = \theta_1 + \phi_2 = 28.13 = 31.69 = 59.82^\circ$$

واحد بيقولي اشمعنا في الأول خلينا $n = \frac{\sin\phi_1}{\sin\theta_2}$ وبعدكده خلينا $n = \frac{\sin\theta_2}{\sin\phi_2}$

أرد عليه وأقوله إن n هي جيب الزاوية اللي في الهواء ÷ جيب الزاوية اللي في الوسط وعندنا هنا :

أ) في الوجه الأول ← ϕ_1 في الهواء و θ_1 في المنشور.

ب) // // الثاني ← θ_2 // // و ϕ_2 // // .



Subject: Date:

$\phi_2 = 0$ A

٤ سقط شعاع ضوئى على أحد وجهى منشور ثلاثى زاوية رأسه $30°$ وخرج عموديًا من الوجه الآخر، احسب زاوية سقوط (ϕ_1) الشعاع الضوئى إذا كان معامل انكسار مادة المنشور $\sqrt{3}$ (n)

الحل

$$A = \theta_1 + \phi_2$$

$$\therefore 30 = \theta_1 + 0 \longrightarrow \theta_1 = 30°$$

$$n = \frac{\sin\phi_1}{\sin\theta_1} \longrightarrow \sqrt{3} = \frac{\sin\phi_1}{\sin 30} \longrightarrow \phi = 60°$$

---

٥ **فى الشكل المقابل**: إذا علمت أن معامل انكسار مادة المنشور 1.5 **فتتبع** مسار الشعاع الضوئى خلال المنشور، **ثم احسب** زاوية الخروج.

شعاع ضوئى

30

الحل

ياسيدى الفاضل أنا عاوز أعرف الزاوية الحرجة بكام علشان لو زاوية السقوط داخل المنشور أكبر منها يبقى هيعمل انعكاس كلى ولو أصغر يبقى انكسار.

$$\sin\phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5} \longrightarrow \phi_c = 41.81°$$

60, 30, 60, 60, 30, 30, θ_2

- يسقط هذا الشعاع الضوئى عمودياً على الوجه الأول فتنفذ منه لتسقط على الوجه الآخر بزاوية سقوط $60°$ والتى حُسبت كالتالى ←

من المثلث الصغير اللى فوق هتلاقى الزاوية اللى باقية تساوى $30°$ والزاوية المتممة لها تساوى $60°$ وهى زاوية السقوط.

- بما أن زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة.

$\therefore$ الشعاع ينعكس انعكاساً كلياً داخل المنشور ويسقط على الوجه الآخر بزاوية $30°$ والتى حسبت كالتالى: بص هتلاقى عندك شكل رباعى مكون من مسار الشعاع وضلعى القائمة فى المنشور وطبعاً مجموع زوايا أى شكل رباعى $360°$ وبالتالى الزوايا اللى عندى هى $90°$ ، $90°$ ، 120 فتصبح الزاوية المتبقية 60

والمتممة لها تساوي 30° وهي زاوية السقوط على الوجه الآخر للمنشور ويخرج الشعاع بزاوية θ_2.

بتطبيق قانون سنل :

$n_1 \sin 30 = n_2 \sin \theta_2$ (n_1 زجاج، n_2 هواء)

$1.5 \times 0.5 = 1 \times \sin \theta_2 \longrightarrow \sin \theta_2 = 0.75$

$\therefore \theta_2 = 48.59^\circ$

---

٦ ف الشكل المقابل :

إذا كان معامل انكسار مادة المنشور 1.5 :

أ) تتبع مسار الشعاع الضوئي.

ب) أوجد زاوية خروجه من المنشور.

ج) أوجد زاوية الانحراف.

الحل

أ)

$n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1}$

$\therefore 1.5 = \frac{\sin 60}{\sin \theta_1}$

$\therefore \theta_1 = 35.26^\circ$

$A = \theta_1 + \phi_2 \longrightarrow 60 = 35.26 + \phi_2 \longrightarrow \phi_2 = 24.74^\circ$

$\sin \phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5} \longrightarrow \phi_c = 41.81^\circ$

$\therefore \phi_2 < \phi_c$

$\therefore$ ينكسر الشعاع ليخرج من المنشور مقتربًا من السطح الفاصل.

م/ أحمد جمال
01065142409

Subject: Date:

ب

$$n = \frac{\sin\theta_2}{\sin\phi_2}$$

$$\therefore 1.5 = \frac{\sin\theta_2}{\sin 24.74} \longrightarrow \theta_2 = 38.88^\circ$$

جـ

$$\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$$

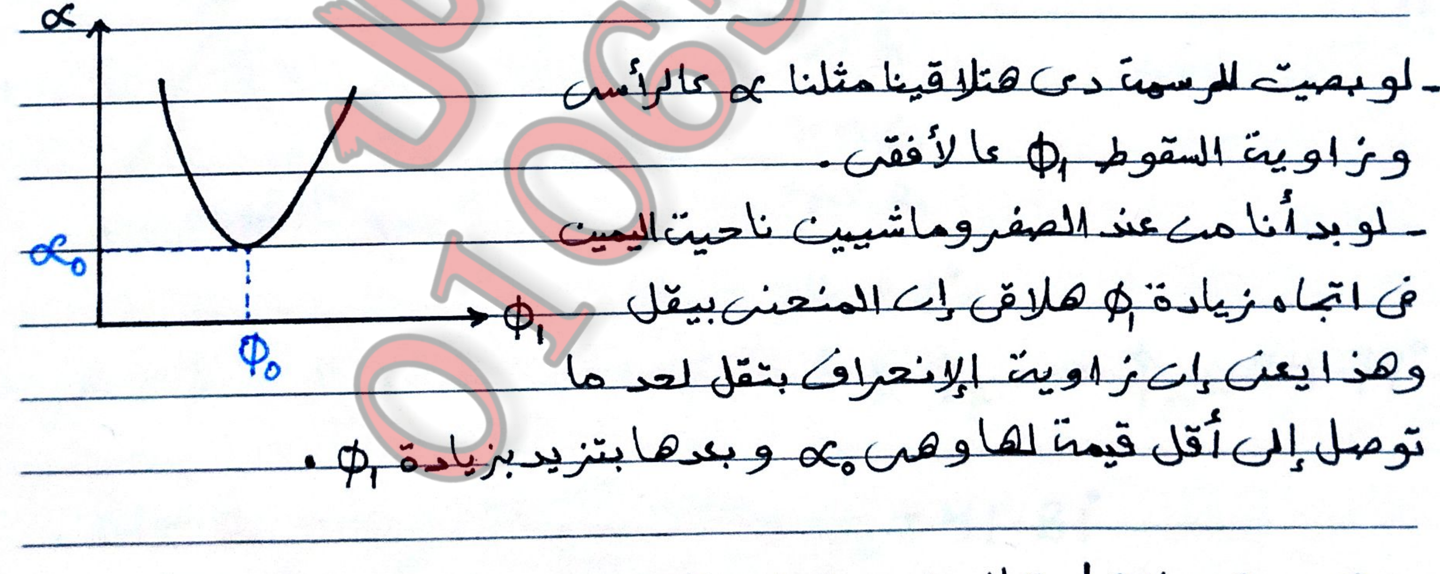
$$= 60 + 38.88 - 60 = 38.88^\circ$$

*** العوامل التي تتوقف عليها زاوية الإنحراف في المنشور الثلاثي :**

$$\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$$ ← اكتب ياعم العلاقة بتاعتها دي

ومنها تتوقف زاوية الإنحراف في منشور ثلاثي زاوية رأسه A على زاوية السقوط ϕ_1 .

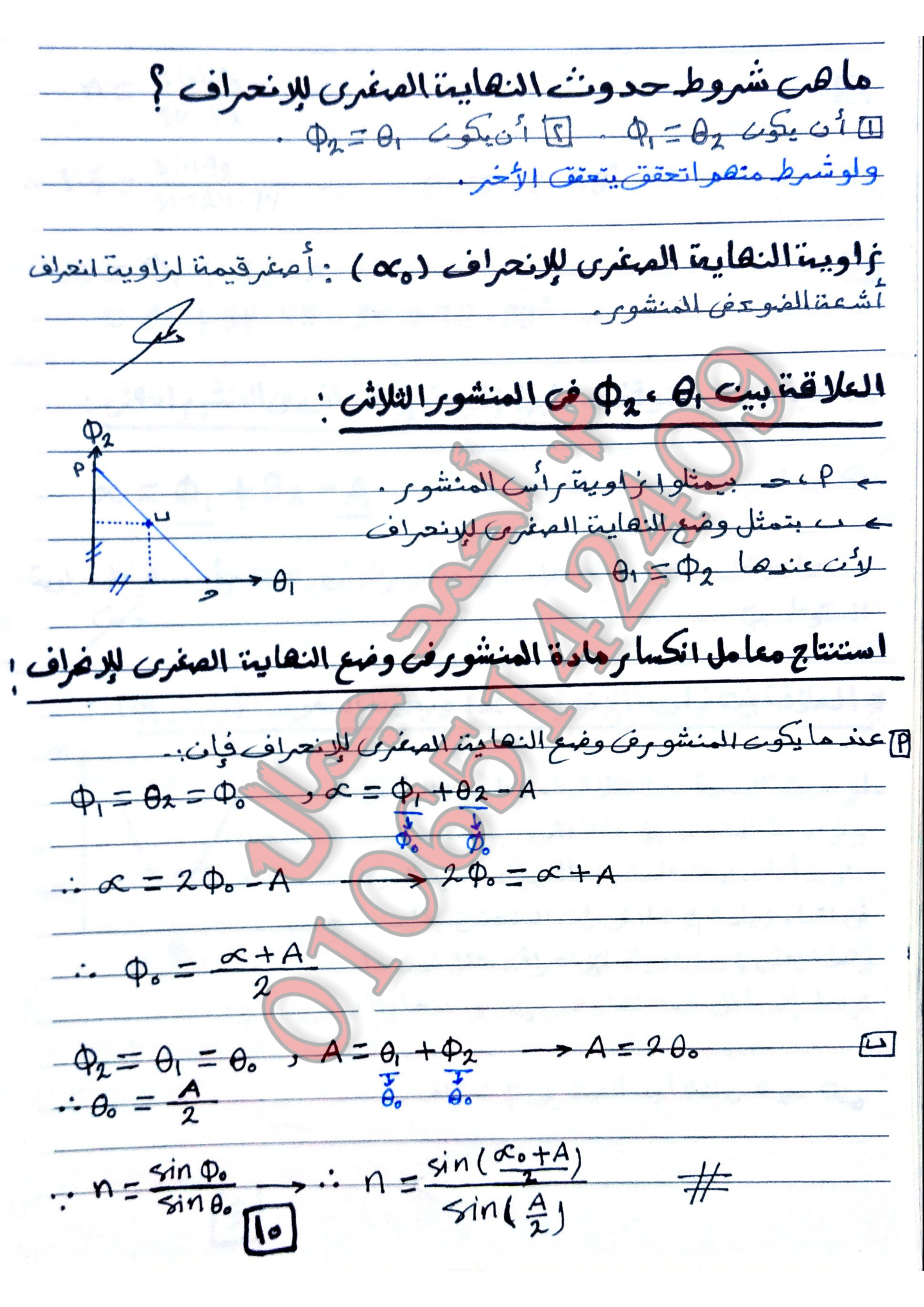
*** العلاقة بين زاوية الإنحراف (α) وزاوية السقوط الأولى (ϕ_1) :**



- لو بصيت للرسمة دي هتلاقينا مثلنا α عالرأسي وزاوية السقوط ϕ_1 عالأفقي.
- لو بدأنا من عند الصفر وماشيين ناحية اليمين في اتجاه زيادة ϕ_1 هلاقي إن المنحنى بيقل وهذا يعني إن زاوية الإنحراف بتقل لحد ما توصل إلى أقل قيمة لها وهي α_0 وبعدها بتزيد بزيادة ϕ_1 .

α_0 ← هي النهاية الصغرى للإنحراف.





ما هي شروط حدوث النهاية الصغرى للإنحراف ؟

[1] أن يكون $\phi_1 = \theta_2$. [2] أن يكون $\phi_2 = \theta_1$.

ولو شرط منهم اتحقق يتحقق الأخر.

زاوية النهاية الصغرى للإنحراف (α_0) : أصغر قيمة لزاوية انحراف أشعة الضوء في المنشور.

العلاقة بين θ_1 ، ϕ_2 في المنشور الثلاثي :

P ، ح ← يمثلوا زاوية رأس المنشور.

ب ← بتمثل وضع النهاية الصغرى للإنحراف لأن عندها $\theta_1 = \phi_2$

استنتاج معامل انكسار مادة المنشور في وضع النهاية الصغرى للإنحراف :

[P] عندما يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للإنحراف فإن:

$\phi_1 = \theta_2 = \phi_0$, $\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$ ($\phi_1 \to \phi_0$ ، $\theta_2 \to \phi_0$)

$\therefore \alpha = 2\phi_0 - A \longrightarrow 2\phi_0 = \alpha + A$

$\therefore \phi_0 = \frac{\alpha + A}{2}$

[ب] $\phi_2 = \theta_1 = \theta_0$, $A = \theta_1 + \phi_2 \longrightarrow A = 2\theta_0$ ($\theta_1 \to \theta_0$ ، $\phi_2 \to \theta_0$)

$\therefore \theta_0 = \frac{A}{2}$

$\because n = \frac{\sin\phi_0}{\sin\theta_0} \longrightarrow \therefore n = \frac{\sin(\frac{\alpha_0 + A}{2})}{\sin(\frac{A}{2})}$ #

من العلاقة الأخيرة ← A ثابتة وبالتالي n يتناسب طردياً مع α_o

* من المعروف أن n يتوقف على الطول الموجي حيث $n \propto \frac{1}{\lambda}$
وبالتالي α_o تتوقف هي أيضاً على الطول الموجي.

تفريق الضوء بواسطة المنشور الثلاثي :

بص يابني ← الضوء الأبيض مكون من سبعة ألوان ولكل لون طول موجي وزاوية انحراف.

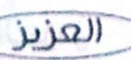
*** ماذا يحدث إذا سقطت حزمة ضوء أبيض على منشور ثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف ؟**

يخرج الضوء من المنشور متفرقاً إلى ألوان الطيف، وهي كالآتي بالترتيب:
أحمر - برتقالي - أصفر - أخضر - أزرق - نيلي - بنفسجي.

*** علل: الضوء البنفسجي أكبر انحرافاً من الضوء الأحمر؟**

لأن زاوية الانحراف تتناسب طردياً مع معامل الانكسار، ومعامل الانكسار يتناسب عكسياً مع الطول الموجي، وبالتالي زاوية الانحراف تتناسب عكسياً مع الطول الموجي، ولأن الطول الموجي للضوء البنفسجي أقل من الطول الموجي للضوء الأحمر فبالتالي زاوية انحراف الضوء البنفسجي أكبر من زاوية انحراف اللون الأحمر.

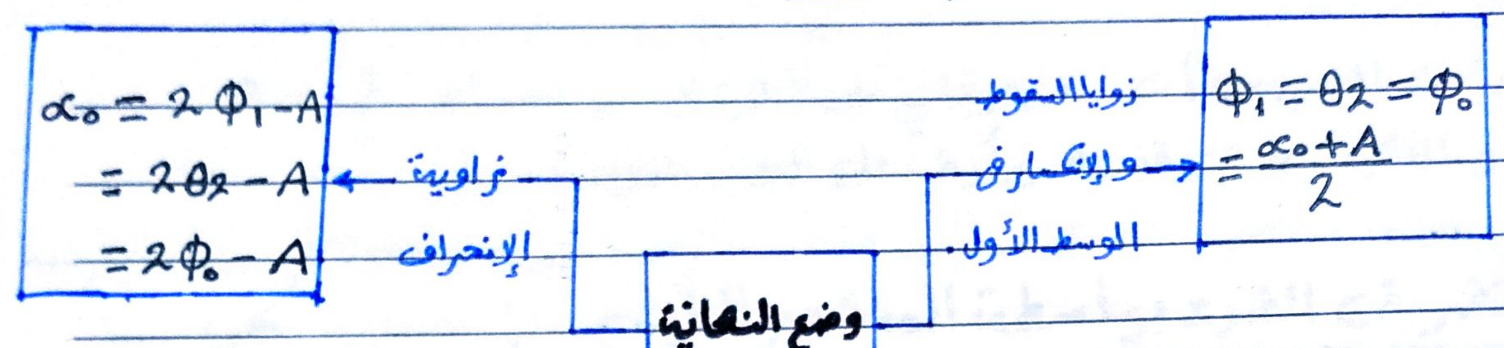
م/ أحمد جمال
01065142409











وضع النهاية الصغرى للإنحراف

- معامل انكسار مادة المنشور:

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

- زوايا السقوط والإنكسار في الوسط الثاني:

$$\phi_2 = \theta_1 = \theta_0 = \frac{A}{2}$$

مسائل

[1] منشور ثلاثي متساوي الأضلاع ($A = 60$)، إذا كانت النهاية الصغرى للإنحراف شعاع ضوئي يسقط عليه 30° (α_0)، **أوجد:**

أ) معامل انكسار مادته n.

ب) زاوية سقوط الشعاع ϕ_1.

جـ) زاوية خروجه θ_2.

الحل

أ)

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} = \frac{\sin\left(\frac{30 + 60}{2}\right)}{\sin\left(\frac{60}{2}\right)} = 1.414$$

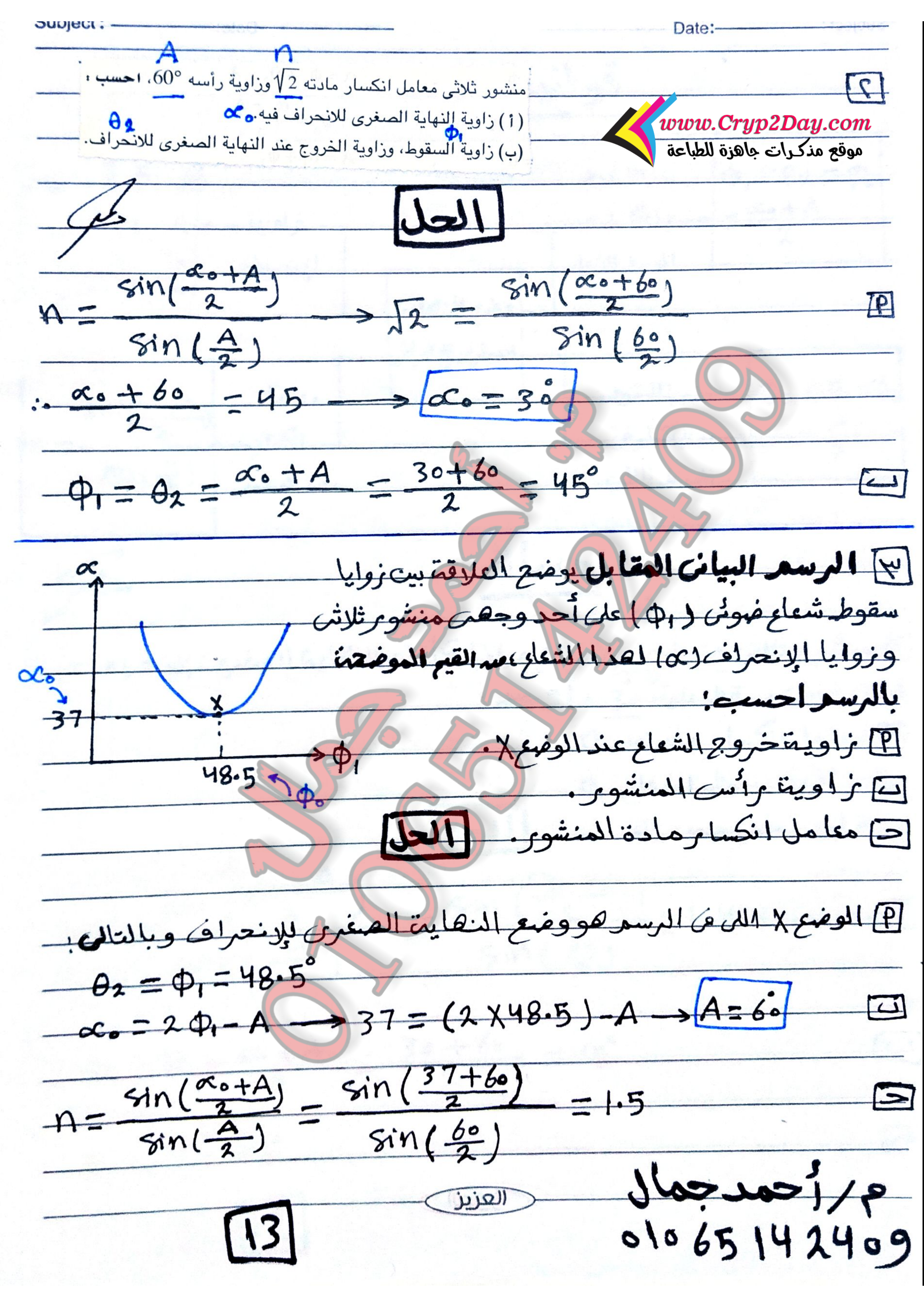
ب)

$$\phi_1 = \phi_0 = \frac{\alpha_0 + A}{2} = \frac{30 + 60}{2} = 45^\circ$$

جـ)

$$\theta_2 = \phi_1 = 45^\circ$$





Subject: Date:

٢ منشور ثلاثي معامل انكسار مادته $\sqrt{2}$ وزاوية رأسه $60°$، احسب :

(أ) زاوية النهاية الصغرى للانحراف فيه α_0.

(ب) زاوية السقوط ϕ_1، وزاوية الخروج θ_2 عند النهاية الصغرى للانحراف.

الحل

(أ)

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} \longrightarrow \sqrt{2} = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + 60}{2}\right)}{\sin\left(\frac{60}{2}\right)}$$

$$\therefore \frac{\alpha_0 + 60}{2} = 45 \longrightarrow \alpha_0 = 30°$$

(ب)

$$\phi_1 = \theta_2 = \frac{\alpha_0 + A}{2} = \frac{30 + 60}{2} = 45°$$

---

٣ **الرسم البياني المقابل** يوضح العلاقة بين زوايا سقوط شعاع ضوئي (ϕ_1) على أحد وجهي منشور ثلاثي وزوايا الانحراف (α) لهذا الشعاع، **من القيم الموضحة بالرسم احسب:**

(أ) زاوية خروج الشعاع عند الوضع X.

(ب) زاوية رأس المنشور.

(ج) معامل انكسار مادة المنشور.

الحل

(أ) الوضع X اللي في الرسم هو وضع النهاية الصغرى للانحراف وبالتالي:

$$\theta_2 = \phi_1 = 48.5°$$

(ب)

$$\alpha_0 = 2\phi_1 - A \longrightarrow 37 = (2 \times 48.5) - A \longrightarrow A = 60°$$

(ج)

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} = \frac{\sin\left(\frac{37 + 60}{2}\right)}{\sin\left(\frac{60}{2}\right)} = 1.5$$

م/ أحمد جمال 01065142409

Subject : Date:

٢ المنشور الرقيق



* عبارة عن منشور ثلاثي مصنوع من مادة شفافة مثل الزجاج زاوية رأسه صغيرة لا تتجاوز 10 درجات ويكون دائماً في وضع النهاية الصغرى للإنحراف.

مفاهيم مرتبطة بالمنشور الرقيق

- زاوية الإنحراف
- الإنفراج الزاوي
- قوة التفريق اللوني



* زاوية الإنحراف واستنتاجها:

∵ المنشور الرقيق دائماً في وضع النهاية الصغرى للإنحراف.

$$\therefore n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

∵ $\frac{\alpha_0 + A}{2}$ ، $\frac{A}{2}$ زوايا صغيرة ، فيكون جيب الزاوية مساوياً لقيمة الزاوية بالتقدير الدائري.

$$\therefore n = \frac{\alpha_0 + A}{A} \longrightarrow \alpha_0 = A(n-1)$$

* العوامل التي تتوقف عليها زاوية الإنحراف في المنشور الرقيق:

من العلاقة $\alpha_0 = A(n-1)$

α_0 تتناسب طردي مع n ومع A.

* لاحظ ← α_0 لا تعتمد على ϕ_1.



مسألة

منشور رقيق زاوية رأسه 7° ومعامل انكسار مادته 1.5 ، **أوجد** زاوية انحراف الضوء المار خلاله.

الحل

$$\alpha_0 = A(n-1)$$

$$\therefore \alpha_0 = 7 \times (1.5-1) = 3.5^\circ$$

الانفراج الزاوي واستنتاجه

- المنشور الرقيق دائماً في وضع النهاية الصغرى للانحراف
∴ فهو يفرق شعاع الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف المرئي ، وتتعين:
- زاوية انحراف الضوء الأحمر من العلاقة: $(\alpha_0)_r = A(n_r - 1)$ (red)
- " " " الأزرق " " : $(\alpha_0)_b = A(n_b - 1)$ (blue)

$$\therefore (\alpha_0)_b - (\alpha_0)_r = A(n_b - n_r)$$

حيث $[(\alpha_0)_b - (\alpha_0)_r]$ هو الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق والأحمر ويمكن تعريفه كالتالي:

الانفراج الزاوي بين اللونين (الأزرق والأحمر): الزاوية المحصورة بين امتدادي الشعاعين الأزرق والأحمر بعد خروجهما من المنشور.

* العوامل التي يتوقف عليها الانفراج الزاوي:

1. زاوية رأس المنشور.
2. معامل انكسار مادة المنشور لكل من اللونين الأزرق والأحمر.

01065142409 م/ أحمد جمال

Subject: Date:

ياسيدى الفاضل ← اللون الأصفر لون متوسط بين الأزرق والأحمر، لذلك:

أ) معامل الإنكسار المتوسط (n_y) yellow: متوسط معاملى انكسار اللونين الأزرق والأحمر.

$$n_y = \frac{n_b + n_r}{2}$$

ب) الإنحراف المتوسط $(\alpha_o)_y$: متوسط انحراف الشعاعين الأزرق والأحمر.

$$(\alpha_o)_y = \frac{(\alpha_o)_b + (\alpha_o)_r}{2}$$

قوة التفريق اللونى واستنتاجه

∵ $(\alpha_o)_r = A(n_r - 1)$ و $(\alpha_o)_b = A(n_b - 1)$

∴ $(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = A(n_b - n_r)$

وكذلك بالنسبة لزاوية انحراف الضوء الأصفر (وسط بين الأزرق والأحمر):

$(\alpha_o)_y = A(n_y - 1)$

∵ $(\alpha_o)_y$ متوسط $(\alpha_o)_b$ و $(\alpha_o)_r$ ، n_y متوسط n_b و n_r.

∴ قوة التفريق اللونى ω_α تحسب كالتالى:

$$\omega_\alpha = \frac{(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r}{(\alpha_o)_y} = \frac{A(n_b - n_r)}{A(n_y - 1)}$$

∴ $$\omega_\alpha = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1}$$

قوة التفريق اللونى لمنشور (ω_α): النسبة بين الإنفراج الزاوى للونين الأزرق والأحمر إلى زاوية انحراف اللون الأصفر.

ENG: Ahmed Gamal 01065142409

Subject: Date:

* العوامل التى تتوقف عليها قوة التفريق اللونى للمنشور الرقيق:

معامل انكسار مادة المنشور الرقيق للألوان الأزرق والأحمر والأصفر.

المنشور الرقيق

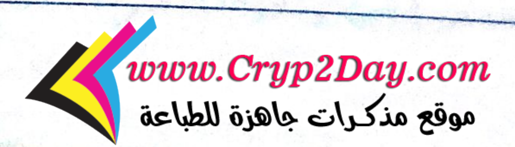
- الإنفراج الزاوى: $(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = A(n_b - n_r)$
- زاوية الإنحراف: $\alpha_o = A(n-1)$
- الإنحراف المتوسط: $(\alpha_o)_y = A(n_y - 1) = \frac{(\alpha_o)_b + (\alpha_o)_r}{2}$
- معامل الإنكسار المتوسط: $n_y = \frac{n_b + n_r}{2}$
- قوة التفريق اللونى: $\omega_\alpha = \frac{(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r}{(\alpha_o)_y} = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1}$

مسائل

1 منشور رقيق زاوية رأسه 4° ومعامل انكسار مادته 1.5 ، **أوجد** زاوية انحراف الضوء المار خلاله

الحل

$\alpha_o = A(n-1) = 4 \times (1.5 - 1) = 2^\circ$



Subject : Date: 2

منشوران رقيقان أحدهما من الزجاج الصخرى معامل الانكسار المتوسط له 1.6 وقوة تفريقه اللونى 0.036 والثانى من الزجاج التاجى معامل الانكسار المتوسط له 1.5 وقوة تفريقه اللونى 0.028، فإذا كانت زاوية رأس المنشور الثانى 7°، احسب زاوية رأس المنشور الأول علمًا بأن الانفراج الزاوى لهما متساوى.

($(n_y)_1$، $(\omega_\alpha)_1$، $(n_y)_2$، $(\omega_\alpha)_2$، A_1، A_2)

الحل

- تعالى ندور فى القوانين اللى جاب سيرتها ى A_1 ... بعد التدوير لقيتها موجودة فى القانون بتاع الإنفراج الزاوى ... والراجل قال فى المسألة إن الإنفراج الزاوى لهما متساوى وبالتالى :

$$A_1\,((n_b)_1-(n_r)_1)=A_2\,((n_b)_2-(n_r)_2) \quad (1)$$

(A_1 مطلوبة، $(n_b)_1-(n_r)_1$ مجهول، A_2 معطيا، $(n_b)_2-(n_r)_2$ مجهول)

- من الواضح إننا علشان نجيب n_b-n_r هنستعين بقانون قوة التفريق اللونى،

$$\omega_\alpha=\frac{n_b-n_r}{n_y-1}$$

* فى حالة المنشور الأول :

$$(n_b)_1-(n_r)_1=(\omega_\alpha)_1\,((n_y)_1-1)=0.036\times(1.6-1)=0.0216$$

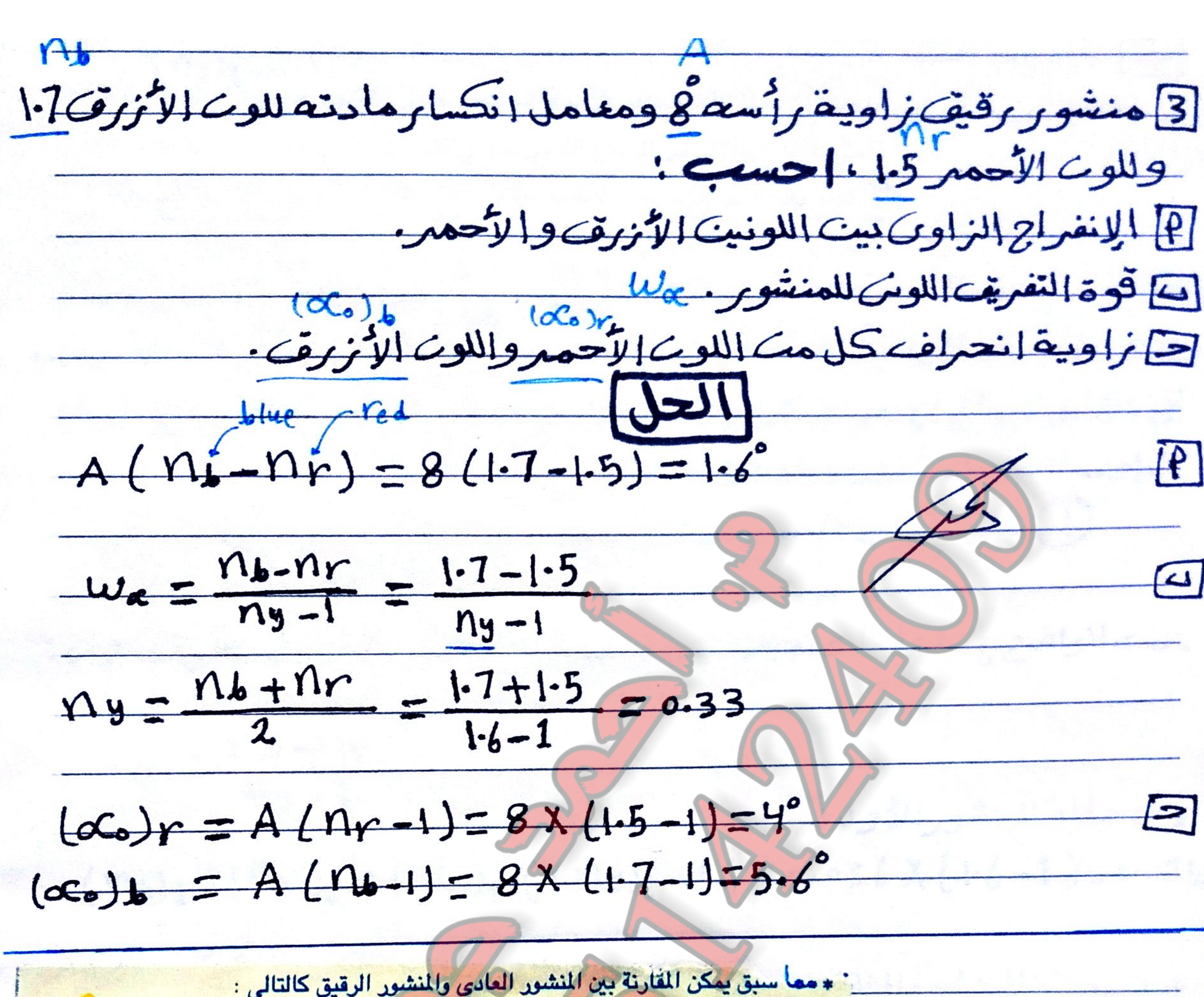
* فى حالة المنشور الثانى :

$$(n_b)_2-(n_r)_2=(\omega_\alpha)_2\,((n_y)_2-1)=0.028\times(1.5-1)=0.014$$

نعالى نعوض فى (1)

$$A_1\times 0.0216=7\times 0.014$$

$$\therefore A_1=\frac{7\times 0.014}{0.0216}=4.5^\circ$$



3) منشور رقيق زاوية رأسه 8° ومعامل انكسار مادته للون الأزرق 1.7 وللون الأحمر 1.5 ، احسب :

أ) الانفراج الزاوى بين اللونين الأزرق والأحمر.

ب) قوة التفريق اللونى للمنشور.

ج) زاوية انحراف كل من اللون الأحمر واللون الأزرق.

الحل

أ) $A(n_b - n_r) = 8(1.7-1.5) = 1.6^\circ$

ب) $\omega_\alpha = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1} = \frac{1.7-1.5}{n_y - 1}$

$n_y = \frac{n_b + n_r}{2} = \frac{1.7+1.5}{1.6-1} = 0.33$

ج) $(\alpha_o)_r = A(n_r - 1) = 8 \times (1.5-1) = 4^\circ$

$(\alpha_o)_b = A(n_b - 1) = 8 \times (1.7-1) = 5.6^\circ$

* مما سبق يمكن المقارنة بين المنشور العادى والمنشور الرقيق كالتالى :

قارن

	المنشور العادى	المنشور الرقيق
زاوية رأس المنشور (A)	كبيرة	صغيرة (10° تقريبًا أو أقل)
معامل الانكسار (n)	$n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \phi_2}$	$n = \frac{\alpha_o + A}{A}$
زاوية الانحراف	$\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$	$\alpha_o = A(n-1)$ تكون دائمًا نهاية صغرى
وضع النهاية الصغرى للانحراف	لا يكون فى هذا الوضع دائمًا ويتعين معامل انكسار مادة المنشور من العلاقة : $n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_o + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$	دائمًا فى وضع النهاية الصغرى للانحراف
أهم الاستخدامات	* التحليل الطيفى. * كمنشور عاكس فى بعض الأجهزة البصرية، مثل منظار الميدان والبيرسكوب الذى يستخدم فى الغواصات.	تحليل الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف السبعة

م/أحمد جمال
01065142409

الفيزياء ببساطة

انتهى منهج الترم الأول

نتمنى لكم التوفيق